Chem.
139 b. -1

<36635916730017

<36635916730017

Bayer. Staatsbibliothek

R

Elemente
der theoretischen und practischen
Chemie
für Militärpersonen;
besonders
für Ingenieur- und Artillerie-Officiere.

Zum Gebrauche bei Vorlesungen und zur Selbstbelehrung;

von

Sigismund Friedrich Hermbstädt,

der Weltw. und A. G. Doctor; Kön. Preuſs. Geh. und Obermedicinalrathe, Ritter des rothen Adlerordens dritter Classe u. des Niederl. Löwenordens; ordentl. öffentl. Lehrer der Chemie an der Königl. allgemeinen Kriegsschule, der Universität, der medicinisch-chirurgischen Militär-Academie u. des Bergwerks-Eleven-Instituts; ordentl. Mitglied der Königl. Academie der Wissenschaften und der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin; der Kaiserl. Russ. Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg; der Kön. Schwed. Academie der Wissenschaften zu Stockholm; der Kön. Dän. Societät der Wissenschaften zu Kopenhagen; der Kais. Leopold. Academie der Naturforscher; der Academien der Wissenschaften zu Erfurt und zu Mainz; der Kön. Societät der Wissenschaften zu Frankfurt a. d. O.; der naturwissenschaftlichen u. mineralogischen Societäten zu Paris, Brüssel, Petersburg, Moskau, Halle, Jena, Erfurt, Erlangen, Marburg und Westphalen; der Societäten der Medicin, Chirurgie und Pharmacie zu Paris; der der Künste, Manufacturen- und Bergwerks-Wissenschaften zu Paris; der landwirthschaftlichen Societäten zu Potsdam, Leipzig, Rostock, Ettlingen, Riga und Petersburg; der patriotischen Gesellschaft in Schlesien; der philomatischen in Paris; der Gesellschaft der Forst- und Jagdkunde zu Waltershausen; der physisch-mathematischen zu Erfurt, und der kameralistisch-ökonomischen Societät zu Erlangen, theils ordentl., theils Ehren-, theils corresp. Mitgliede.

In drei Abtheilungen.

Mit zwei Kupfertafeln.

Berlin, 1823.

Druck und Verlag von Carl Friedrich Amelang.

(Brüderstraſse No. 11.)

13 B

Elemente

der theoretischen und practischen

Chemie

für Militärpersonen;

besonders

für Ingenieur- und Artillerie-Officiere.

Zum Gebrauche bei Vorlesungen und
zur Selbstbelehrung;

von

Dr. Sigismund Friedrich Hermbstädt.

Erste Abtheilung,

welche außer der Einleitung die Lehre von den chemischen Operationen, die Affinitätslehre, die Lehre von den strahlenden, den säurezeugenden und den säurefähigen Elementen enthält.

Berlin, 1823.
Druck und Verlag von Carl Friedrich Amelang.
(Brüderstraſse Nr. 11.)

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Seiner Majestät

dem

König

Friedrich Wilhelm

dem

Dritten

in der

tiefsten Ehrfurcht

zugeeignet.

Allerdurchlauchtigster,
Grofsmächtigster König,
Allergnädigster König und Herr!

Die Pflicht, welche mir obliegt, als Lehrer der Chemie an der von Ew. Majestät Allerhöchst verordneten allgemeinen Kriegsschule, die bei derselben studirenden Officiere in den chemischen Wissenschaften zu unterrichten, hat mich veranlasset, ein eignes Handbuch zu dem Zweck auszuarbeiten, das, wie ich mir schmeichle, dazu geeignet ist, diese Wissenschaft in einer solchen Gestalt zu entwickeln, wie solche in das allgemeine militärische Wissen am kräftigsten eingreift; und ein mehrjähriger Vortrag derselben hat mich belehrt, dafs meine Methode von Nutzen gewesen ist.

Geruhen Ew. Majestät huldreichst zu genehmigen, Allerhöchstdenenselben gedachtes Werk in tiefster Submission zu Füfsen legen zu dürfen, und solches als einen Beweis meines fortschreitenden Strebens, mich nützlich zu machen, allergnädigst anzuerkennen.

In der tiefsten Ehrfurcht ersterbe ich

Ew. Königl. Majestät

Berlin.
Im Julius 1822.

allerunterthänigster, treu gehorsamster
Hermbstädt.

Vorbericht.

Das eben so angenehme als für mich ehrenvolle Geschäft, welches mir seit ein Paar Jahren zu Theil geworden ist, als Lehrer der Chemie an der Königl. allgemeinen Kriegsschule hieselbst, den dabei studirenden Herren Officieren die Chemie theoretisch und praktisch vorzutragen, liefs mich das Bedürfnifs fühlen, ein eignes Handbuch zu dem Behuf auszuarbeiten, das ich hiermit meinen frühern und jetzigen Herren Zuhörern und allen denjenigen Militärpersonen übergebe, die es erkennen, dafs ein ernstliches Studium der Chemie, so wie sie jetzt gestaltet ist, dem wissenschaftlich gebildeten Officier ein eben so grofses Interesse gewähren mufs, als das der Mathematik.

Während die allgemeinen Gesetze der Chemie so sehr in einander greifen, daſs solche im Zusammenhange an einander gereihet werden müssen, wenn Vollständigkeit erreicht werden soll, bin ich bemühet gewesen, dasjenige besonders herauszuheben und einzuschalten, was für Militärpersonen zu dem Zweck vorzüglich interessant und wichtig ist; und eben dieses wird das Prädicat Militärchemie rechtfertigen, welches ich meinem Buche beigelegt habe. Denjenigen Herren Officieren, denen ich die Chemie vortrage, werden alle theoretische Gesetze praktisch erläutert; sie sehen also wie die Arbeiten angestellt werden, und es wird ihnen leicht, solche selbst für sich wiederholen zu können.

Da ich aber auch wünsche, daſs andere Leser meines Buchs, denen ein mündlicher Vortrag und die praktische Versinnlichung desselben nicht zu Theil wird, Gelegenheit finden, sich selbst in der praktischen Bearbeitung üben zu können: so sind die wichtigsten Experimente, so wie die dazu

erforderlichen Apparate, genau beschrieben und die letztern durch Kupfer erläutert worden; und so wird mein Buch, wie ich mir schmeichle, auch zur Selbstbelehrung benutzt werden können.

Während ich mein Buch ausarbeitete, habe ich gesehen, wie viel noch zu erforschen übrig ist: über die Fabrikation des Schiefspulvers, des Kanonenmetalls, die Theorie der Wirkungen des Schiefspulvers u. s. w. Es schien mir daher besser zu seyn, diese Gegenstände einstweilen mit Stillschweigen zu übergehen, als Hypothesen darüber aufzustellen, die, wenn sie vor den Prüfstein der Erfahrung gezogen werden, nicht Stich halten.

Dagegen habe ich mir vorgesetzt, jene noch zweifelhaften Gegenstände einer genauen praktischen Prüfung zu unterwerfen; und wenn solches geschehen ist, werden die Resultate vielleicht dazu dienen, neue und sichere Ansichten darüber zu verbreiten, die es gestatten, den chemischen Theil

der Artilleriewissenschaft und der Feuerwerkskunst in ein System zusammen zu fassen, das ich als einen Nachtrag zu meinem Buche liefern werde.

Berlin im Julius 1822.

Hermbstädt.

Elemente
der
theoretischen und praktischen Chemie;
für
Militair-Personen.
Besonders für
Ingenieur- und Artillerie-Officiere.
Zum
Gebrauche bei Vorlesungen und zur Selbstbelehrung.

Einleitung.

§. 1.

Mit dem Namen Chemie (*Chemia.* Χημεῖα) wird derjenige Zweig der gesammten Naturwissenschaft bezeichnet, welcher die Erforschung der heterogenen Bestandtheile der Körper und die Bestimmung ihrer quantitativen Verhältnisse, so wie die ihrer Qualitäten im getrennten Zustande, zum Zweck hat. Sie wird daher auch Mischungskunde genannt.

§. 2.

Hiedurch unterscheidet sich die Chemie sehr deutlich von der Naturbeschreibung (*Sciagraphia naturalis*); von der Körperlehre (*Physica*); und von der Naturgeschichte (*Historia naturalis*), welche letztere oft mit der Naturbeschreibung verwechselt zu werden pflegt.

§. 3.

Die Chemie ist, gleich der Physik, eine **Erfahrungswissenschaft**, die ihre Gesetze

aus der Erfahrung über die Grundmischung der Körper und das gegenseitige Verhalten ihrer heterogenen Mischungstheile entwickelt, und nur in so fern ein speculatives Urtheil, über den zureichenden Grund von den Veränderungen der Körper im Weltraume, sich anmaſsen kann, als sie die empirische Erfahrung dabei zum Grunde legt.

Beispiele.

a. Wenn Salmiak und gebrannter Kalk zusammen gerieben werden, so wird Ammoniak entwickelt und es wird hydrochlorinsaurer Kalk erzeugt. Die Chemie schlieſst daraus, daſs der Salmiak aus Ammoniak und Hydrochlorinsäure zusammen gesetzt war.

b. Wenn Salpetersäure und Kali bis zur Neutralität verbunden werden, so verlieren sie ihre vorigen Eigenschaften und es wird Salpeter erzeugt. Die Chemie schlieſst daraus, daſs der Salpeter aus seiner eignen Säure und Kali zusammengesetzt seyn muſs.

Beobachtung und Erfahrung.

§. 4.

Wenn es nicht möglich ist, daſs wir in der Chemie zu irgend einer Kenntniſs *a priori* gelangen können, wenn unser Urtheil darüber ein categorisches, nicht ein hypothetisches seyn soll: so müssen wir uns begnügen, durch Beobachtungen (*Observationes*) und Versuche (*Experimenta*) zur Erfahrung (*Experientia*) über die Natur der Körper zu gelangen.

Beispiele.

a. Die Erfahrung: 1. daſs die von den Thieren genossenen Nahrungsmittel in Milchsaft, in Blut und in Fleisch umgewandelt werden; 2. daſs die Luft ein elastisches Fluidum ausmacht; 3. daſs Pottasche an der Luft feucht wird und endlich zerflieſst, ist auf Beobachtung gegründet.

b. Die Erfahrung: 1. daſs aus Salpetersäure und Kali, wenn sie zur Neutralität verbunden werden, Salpeter erzeugt wird (§. 3. b.); 2. daſs eine Stahlfeder oder ein Eisendrath, wenn sie glühend in Sauerstoffgas eingetaucht werden, sich entzünden und in ein zerreibbares Oxyd umgewandelt werden; 3) daſs Kreide von irgend einer tropfbaren Säure mit Brausen aufgelöst wird, ist auf Versuche gegründet.

Natürliche und künstliche Körper.

§. 5.

Die verschieden gearteten Körper, welche uns im Weltraume umgeben, werden von der Natur aus eigner innerer Kraft erzeugt, und natürliche Körper (*Naturalia*) genannt. Sie sind entweder organische (wie die Thiere und die Pflanzen); oder sie sind anorganische (wie die Metalle, die Erden und die Salze); oder sie stehen auf einer sehr niederen Stufe der Organisation (wie die Zoophyten). Sie sind entweder belebt oder leblos. Alle gehören vor das Forum der chemischen Zergliederung, wenn es darauf ankommt, die einfachern heterogenen Materien zu erforschen, aus welchen sie in der Natur erzeugt worden sind. Von den natürlichen Körpern unterscheiden sich die

künstlichen (*Artefacta*) dadurch, daſs solche auf eine künstliche Weise erzeugt worden sind; auch sie gehören vor das Forum der Chemie.

Gleichartige, ungleichartige und Mischungstheile der Körper.

§. 6.

Alle individuel verschieden geartete Körper sind aus Theilen gebildet, in welche sie durch Hülfe der menschlichen Kunst getrennt werden können. Diese Theile der Körper sind entweder gleichartige (*Partes similares*), oder sie sind ungleichartige (*Partes dissimilares*); oder sie sind Bestandtheile oder Mischungstheile (*Partes constitutivae. Partes mixtionis*) derselben.

Beispiele.

a. Zucker, weiſser Marmor und reiner Salpeter, sind gleichartige Körper (*Corpora homogena*). Die kleinsten Stäubchen, in welche sie durchs Zerreiben zerkleinert werden können, sind gleichartige Theile derselben.

b. Granit, desgleichen Porphyr und Breccie, sind ungleichartige Körper. Der Glimmer, der Quarz und der Feldspat im Granit; der derbe und der krystallisirte Feldspat im Porphyr, und die verschieden gearteten Steine in einer bindenden Masse in der Breccie, sind ungleichartige Theile derselben.

c. Zinnober ist ein gemischter Körper; Quecksilber und Schwefel sind die Bestandtheile oder Mischungstheile desselben.

§. 7.

Die gleichartigen Theile in den gleichartigen, so wie die heterogenen Theile in den ungleichartigen Körpern, sind durch die Kraft der physischen Cohäsion zu einem zusammenhängenden Ganzen verbunden. Die Bestandtheile oder Mischungstheile der Körper sind dagegen durch die Kraft der chemischen Affinität mit einander vereinigt.

§. 8.

Gleichartige Theile eines Körpers werden daher diejenigen Theile desselben genannt, welche in allen ihren Eigenschaften unter sich selbst gleich sind. Sie werden auch Grundmassen und Theilganze (*Partes integrantes*) genannt. Ihre Trennung von einander setzt bloſs die Anwendung einer mechanischen Kraft voraus, deren trennende Einwirkung gröſser ist, als die Gröſse des physischen Zusammenhanges zwischen ihnen war.

Beispiel.

Zucker, Marmor, Salpeter und Zinnober lassen sich durch Stoſsen und Reiben in zarte kaum fühlbare Pulver verwandeln, von welchen jedes kleinste Stäubchen dem andern, mit Ausnahme seines Volums, in allen übrigen Qualitäten, dem der Trennung unterworfenen Körper gleich ist.

Gemengtheile.

§. 9.

Wenn die ungleichartigen Theile eines ungleichartigen Körpers bloſs durch Vernichtung ihres physischen Zusammenhanges auf den Auſsenflächen getrennt werden, so stellen sich solche unsrer Beobachtung verschieden gear-

tet dar. Man nennt in solchem Fall den Körper einen gemengten, und die getrennten Theile werden Gemengtheile desselben genannt.

Beispiel.

Der Granit läſst sich in Quarz, in Glimmer und in Feldspat zerfällen; diese sind also Gemengtheile desselben.

Mischungstheile. Bestandtheile.

§. 10.

Aber auch die kleinern Massentheile der gleichartigen Körper können aus heterogenen Theilen gebildet seyn, die aber durch keine mechanische Kraft getrennt werden können. Einen solchen an sich homogenen, aber aus heterogenen Theilen gebildeten Körper nennt man einen gemischten und die daraus scheidbaren heterogenen Theile werden seine Mischungstheile oder Bestandtheile genannt.

Beispiele.

a. Der Salpeter ist ein homogener Körper. Aber er läſst sich in Kali und Salpetersäure zerlegen: dieses sind seine heterogenen Mischungstheile oder Bestandtheile.

b. Der Marmor ist gleichfalls ein homogener Körper; aber er läſst sich in Kohlenstoffsäure und Kalk zerlegen: diese sind seine heterogenen Mischungstheile oder Bestandtheile.

Nahe und entfernte Bestandtheile.

§. 11.

Wenn das Band, welches zwischen den heterogenen Mischungs- oder Bestandthei-

len in einem Körper existirt, aufgelöst wird, so nennt man die daraus geschiedenen Materien die nächsten Bestandtheile (*Principia proxima*) des Körpers. Wenn aber diese geschiedenen nächsten Bestandtheile einer nochmaligen Zergliederung in heterogene Materien fähig sind, so werden diese letztern die entfernten Bestandtheile (*Principia remota*) des zerlegten Körpers genannt.

Beispiel.

a. Der Salpeter läſst sich in Salpetersäure und in Kali zergliedern: dieses sind die nächsten Bestandtheile desselben. Aber die Salpetersäure ist aus Stickstoff und Sauerstoff, und das Kali ist aus Kalium und Sauerstoff zusammengesetzt: folglich sind Stickstoff, Sauerstoff und Kalium die entfernten Bestandtheile des Salpeters.

Mengung und Mischung.

§. 12.

Das Produkt der Zusammenfügung zweier heterogenen, sich nicht durchdringenden, sondern nur auf ihren Auſsenflächen sich vereinigenden Materien heiſst Mengung (*Conjunctio*). Das Produkt der chemischen Durchdringung zweier heterogenen Materien zu einem homogenen Ganzen wird Mischung (*Mixtio*) oder Zusammensetzung (*Compositio*) genannt. Die Kraft, mit welcher zwei heterogene Materien sich auf ihrer Auſsenfläche vereinigen, wird Cohäsionskraft (*vis cohaesionis*); die, mit welcher zwei heterogene Materien sich zum homogenen Körper verbinden, wird che-

mische Anziehung oder chemische Verwandtschaft (*Attractio chemica. Affinitas chemica*) genannt.

Beispiele.

a. Kalk und grober Sand im Mörtel, so wie die verschieden gearteten durch einen gemeinschaftlichen Kitt verbundenen Steine in einer Mosaike, desgleichen Salpeter, Kohle und Schwefel im Schiefspulver, sind durch die Kraft der physischen Cohäsion mit einander verbunden.

b. Salpetersäure und Kali im Salpeter, so wie Quecksilber und Schwefel im Zinnober, desgleichen Kalk und Kohlenstoffsäure im Marmor, sind durch die Kraft der chemischen Anziehung mit einander vereinigt.

§. 13.

Die Vereinigung zweier heterogenen Mischungstheile in einem gemischten Körper kann durch keine mechanische Kraft getrennt werden, hiezu wird durchaus eine chemische Kraft (*Potentia chemica*) erfordert; deren Abziehung zu dem einen oder dem andern der in Mischung sich befindenden Theile gröfser ist, als die mischende Kraft zwischen beiden war.

Beispiele.

a. Wenn Salpeter und Schwefelsäure mit einander in der Wärme behandelt werden, so wird Salpetersäure entwickelt und es bleibt schwefelsaures Kali zurück. Hier hat sich also die Schwefelsäure mit dem Kali des Salpeters verbunden, und die Salpetersäure ist ausgeschieden worden.

b. Wird Zinnober, mit metallischem Eisen

gemengt, in der Hitze behandelt, so wird Quecksilber entwickelt und Schwefeleisen bleibt übrig. Hier hat sich also das Eisen mit dem Schwefel des Zinnobers verbunden, und das Quecksilber ist ausgeschieden worden.

Produkte und Edukte.

§. 14.

Wenn ein aus zwei heterogenen Bestandtheilen ($a + b$) chemisch gemischter Körper durch einen dritten hinzukommenden Stoff (c) entmischet wird, so tritt derselbe mit a oder mit b in eine neue Mischung, und es wird aus $a + c$ oder aus $b + c$ ein neuer Körper erzeugt. Man nennt ihn ein chemisches Produkt (*Productum chemicum*). Dasjenige hingegen, was dabei ausgesondert wird, wird ein chemisches Edukt (*Eductum chemicum*) genannt.

Beispiele.

Das schwefelsaure Kali (§. 13. *a.*) und das Schwefeleisen (§. 13. *b.*) sind chemische Produkte. Die Salpetersäure und das Quecksilber (a. a. O.) sind chemische Edukte.

§. 15.

Nicht immer bedarf es aber des Zusatzes einer entmischenden Potenz zu einem gemischten Körper, wenn ein chemisches Produkt gebildet werden soll. Ist die Substanz ein organisches Erzeugniſs, ist ihre Grundmischung eine complicirte, und wird sie, wenn sie feucht ist, sich selbst überlassen, oder wenn sie trocken ist, einer hohen Temperatur ausgesetzt: so können aus der Wechselwir-

kung ihrer entferntern Mischungstheile Produkte hervorgehen, ohne daſs ein producirender Stoff hinzugegeben wird.

Beispiele.

a. Frisches Fleisch, frisches Blut und frischer Urin, sich selbst überlassen, gehen in Fäulniſs, und es wird Ammoniak erzeugt.

b. Frischgepreſste Obst- und Beerensäfte, sich selbst überlassen, gehen in Gährung, und es wird Alkohol erzeugt.

c. Trocknes Holz und trockne Knochen, in Gefäſsen eingeschlossen, und der Einwirkung des Feuers unterworfen, liefern brennzliches Oel, so wie Wasser und Ammoniak, die sämmtlich aus der Wechselwirkung ihrer entfernten Bestandtheile erzeugt werden.

Zusammenhäufung. Zusammenfügung. Mengung und Mischung.

§. 16.

Die Theile eines Körpers können sich der Beobachtung des Chemikers unter einer vierfach verschiedenen Ansicht darbieten: 1. zusammengehäuft; 2. zusammengefügt; 3. gemengt; und 4. gemischt; welche Zustände und ihre Bezeichnung nicht mit einander verwechselt werden dürfen.

Beispiele.

a. Geraspeltes Kupfer oder geraspeltes Zinn bilden eine Zusammenhäufung oder ein Haufwerk (*Acervas. Cumulus*).

b. Wird geraspeltes Kupfer oder geraspeltes Zinn, jedes für sich, im Feuer geschmolzen, so vereinigen sich die kleinen Massentheile in ein zusam-

menhängendes Ganzes. Dieses wird eine Zusammenfügung (*Conjunctio*) genannt.

c. Werden geraspeltes Kupfer und geraspeltes Zinn, im gehörigen Verhältnifs, zusammen gerieben, so bilden sie ein Gemenge (*Colluvies. Turba*).

d. Wird jenes Gemenge im Feuer geschmolzen, so durchdringen sich die heterogenen Theile chemisch zu einem homogenen Ganzen; sie bilden Kanonenmetall: dieses ist eine Mischung (*Mixtio. Synthesis chemica*).

Analytische und synthetische Chemie.

§. 17.

Der Chemie Zweck ist es, durch die Entmischung oder chemische Zergliederung der gemischten Körper, ihre Mischungstheile oder chemischen Bestandtheile, nicht nur nach ihren individuel verschiedenen Qualitäten zu erforschen, sondern auch dieselben nach den quantitativen Verhältnissen auszumitteln. In diesem Fall wird sie analytische Chemie genannt. Nicht weniger ist es ein Zweck derselben, durch die Vereinigung heterogener Materien, neue Produkte zu erzeugen; oder die Zergliederten, nach dem Befund ihrer Mischungstheile und deren quantitativen Verhältnissen, wieder zusammen zu setzen. In diesem Fall wird sie synthetische Chemie. (*Chemia synthetica*) genannt.

Reine Chemie, philosophische Chemie, angewandte Chemie.

§. 18.

Die durch eine geordnete chemische Bearbeitung der natürlichen, oft auch der künstli-

chen Körper, erlangten Einsichten in ihre Natur und Grundmischung, dienen entweder dazu, die Natur zu erforschen und den zureichenden Grund von den im Weltraume vorkommenden, aus der chemischen Wechselwirkung der darin verbreiteten Körper und deren Bestandtheilen, hervorgehenden Naturbegebenheiten zu erforschen; und in dem Fall wird sie reine Chemie (*Chemia pura*) oder philosophische Chemie (*Chemia philosophica*) genannt. Oder es ist der Zweck, die über die Natur der Körper erlangten Kenntnisse, auf eine solche Bearbeitung derselben in Anwendung zu setzen, daſs wichtige und nützliche Produkte, zur Befriedigung der menschlichen Bedürfnisse, daraus hervorgehen: dann wird sie angewandte Chemie (*Chemia applicata*) genannt.

Chemische Wissenschaft und chemische Kunst.

§. 19.

Die Zusammenstellung oder der summarische Inbegriff aller über die chemische Natur der Körper erlangten Erfahrungen und der daraus gezogenen Folgerungen, wird chemische Wissenschaft (*Scientia chemica*) genannt. Die Anwendung dieser Erfahrungen auf die praktische Ausübung der von der Chemie abhängigen Künste und Handwerke, nach bestimmten Regeln und Vorschriften, wird chemische Kunst (*Ars chemica*) oder Kunstchemie (*Chemia technica*) genannt. Die Anwendung der chemischen Erkenntnisse auf die von der Chemie ab-

hängigen Zweige der militärischen Wissenschaften, macht einen besonderen Theil der allgemeinen Chemie aus, die chemische Kriegeskunst oder Militairchemie (*Chemia militaris*) genannt werden kann.

Erster Abschnitt.

Von den Operationen, welche in der Chemie vorkommen.

§. 20.

Um zu einer rationellen Erkenntniſs über die innere Natur der Körper zu gelangen, müssen selbige einer verschiedentlich angeordneten Bearbeitung unterworfen werden. Dergleichen Arbeiten werden Verrichtungen (*Operationes*) genannt. Nach der dabei zum Grunde liegenden Absicht, lassen sie sich in drei Abtheilungen: 1. in physische; 2. in mechanische und 3. in chemische Operationes zerfällen.

Physische Operationes.

§. 21.

Die physischen Operationen (*Operationes physicae*) sind dazu bestimmt, einige vorzügliche physische Qualitäten der der chemischen Bearbeitung zu unterwerfenden Körper auszumitteln, ohne daſs sie dadurch eine Veränderung in ihrer chemischen Grundmischung erleiden. Dahin gehören vorzüglich: 1. Die Bestimmung

der specifischen Dichtigkeit oder des specifischen Gewichts; 2. der Härte; 3. der Cohäsion ihrer Massentheilchen; 4. des Glanzes; 5. der Federkraft; 6. der Ausdehnsamkeit in der Wärme; 7. der Schmelzbarkeit, Feuerbeständigkeit oder Flüchtigkeit; 8. die Wärmeleitungsfähigkeit; 9. die elektrische und 10. die magnetische Polarität derselben.

Mechanische Operationes.

§. 22.

Die mechanischen Operationen (*Operationes mechanicae*) sind dazu bestimmt: 1. entweder die Körper durch die Einwirkung einer mechanischen Kraft zu zerkleinern, um sie dadurch für den Eindrang der chemischen Potenzen vorzubereiten; 2. oder einzelne Gemengtheile daraus abzusondern; oder 3. heterogene Substanzen im zerkleinerten Zustande mit einander zu mengen.

Chemische Operationes.

§. 23.

Die chemischen Operationen (*Operationes chemicae*) unterscheiden sich wesentlich dadurch von den physischen und den mechanischen, daſs durch sie allemal eine Veränderung in der Grundmischung des der Arbeit unterworfenen Körpers veranlasset wird, die bald in einer Entmischung, bald in einer neuen Mischung, ihren Grund hat.

Che-

Chemische Versuche und chemische Prozesse.

§. 24.

Die chemischen Operationen werden gewöhnlich aus zwei verschiedenen Gesichtspunkten veranstaltet: 1. um die noch unbekannte chemische Veränderung eines Körpers dadurch zu erforschen; in welchem Fall die Operation ein chemischer Versuch (*Experimentum chemicum*) genannt wird; 2. um die über die Natur des Körpers schon bekannten Erfahrungen in Nutzanwendung zu setzen, um brauchbare Bestandtheile aus ihm abzusondern, oder, durch die chemische Verbindung heterogener Materien, neue Produkte zu erzeugen; in welchem Falle die Operation ein chemischer Prozefs (*Processus chemicus*) genannt wird.

Physische, mechanische und chemische Instrumente.

§. 25.

Die Hülfsmittel, durch welche und in welchen die Körper der physischen, der mechanischen und der chemischen Bearbeitung unterworfen werden, werden Werkzeuge (*Instrumenta*) genannt. Sie werden gewöhnlich in leidende (*Instrumenta passiva*) und in wirkende (*Instrumenta activa*) unterschieden. Die Vereinigung aller erforderlichen Instrumente, welche zur chemischen Bearbeitung der Körper erfordert werden, nennt man einen physikalisch-chemischen Apparat (*Apparatus physico-chemicus*). Dem Ort, in welcher man die Bearbeitung der Körper unternimmt, wird der Arbeitsort (*Laboratorium*) genannt.

Erste Abtheilung.

Von den physischen Operationen.

1. Von der Bestimmung des specifiken Gewichts.

§. 26.

Wenn ein starrer Körper mittelst des dazu erforderlichen Gegengewichts auf einer genauen Wage ins Gleichgewicht gesetzt wird, so nennt man das gefundene Resultat, sein absolutes Gewicht (*Pondus absolutum*). Zwei homogene Körper von gleichem absoluten Gewichte sind auch in ihrem Umfang oder Rauminhalt (*Volumen*) einander gleich. Die weder einzeln trennbaren noch zählbaren schweren Theilchen derselben, welche darin durch die Cohäsion zu einem gemeinschaftlichen Ganzen verbunden sind, nennt man ihre Masse (*Massa*).

§. 27.

Es ist einleuchtend, daſs zwei Körper von gleichen absoluten Gewichten auch gleich viel schwere Massentheile enthalten müssen; sind sie aber von heterogener Beschaffenheit, so müssen ihre Volumina verschieden ausfallen. Sind aber bei gleichen absoluten Gewichten (also bei gleichen Massen) ihre Volumina ungleich, so müssen die Massentheilchen derselben in einem verschiedeneu Abstande von einander sich befinden: in dem einen müssen sie einander näher, in dem andern müssen sie von einander entfernter stehen. Hieraus erwächst der Begriff von demjenigen, was man Dichtigkeit (*Densitas*) der Körper nennt.

Beispiel.

Zwei Kubikzolle von Zinn oder Blei oder Glas sind einander im absoluten Gewicht vollkommen gleich, folglich haben sie auch gleiche Dichtigkeiten. Ein Kubikzoll von Glas und ein gleicher von Zinn weichen dagegen in ihren absoluten Gewichten bedeutend von einander ab: sie müssen also, bei gleichen Volumen, verschiedene Quantitäten schwerer Massentheile in gleich grofsen Räumen enthalten, die also in beiden Körpern einander nicht gleich nahe stehen: daher ist ihre Dichtigkeit verschieden. Die gröfsere Dichtigkeit behauptet derjenige Körper, welcher, bei gleichem Umfang mit einem andern, das gröfste absolute Gewicht zeigt; die kleinere derjenige, der das geringere absolute Gewicht, bei gleichem Volum, wahrnehmen läfst. Der leichtere Körper mufs also nicht in allen Punkten mit schweren Massentheilchen erfüllet seyn. Die leeren Räume, welche dadurch entstehen müssen, werden Zwischenräume (*Pori*) genannt.

§. 28.

Aus dem Unterschiede der absoluten Gewichte zweier verschieden gearteter Körper (z. B. Zinn und Glas), bei gleichen Umfangen, erwächst der Begriff von demjenigen, was specifike oder eigenthümliche Dichtigkeit (*Densitas specifica*) oder eigenthümliches Gewicht (*Pondus specificum*) genannt wird. Nennt man die absoluten Gewichte zweier Körper, bei gleichem Volum, $P.$ und $p.$ und ihre Dichtigkeiten $D.$ und $d.$, so müssen sich also ihre Dichtigkeiten zu einander verhalten, wie $\frac{P}{p} : \frac{D}{d}$.

§. 29.

Um die specifike Dichtigkeit oder das specifike Gewicht der Körper auszumitteln, bedient man sich der hydrostatischen Wage. (*Tab. I., Fig.* 1.) Man hängt den starren Körper, welcher abgewogen werden soll, an einem zarten Platindrahte oder einem Pferdehaar an einem unter der einen Wagschale angebrachten Häkchen auf, und setzt ihn, indem man auf die entgegengesetzte Schale Gewichte legt, in's Gleichgewicht: so erfährt man sein absolutes Gewicht. Man taucht nun den abgewogenen Körper in ein etwas hohes Gefäſs mit reinem Wasser, so daſs er frei darin schwebt: er wird augenblicklich einen Gewichtsverlust anzeigen. Sein absolutes Gewicht, minus demjenigen, welches er beim Einsenken in das Wasser verliert, wird sein respektives Gewicht genannt. Dividirt man nun mit dem gefundenen Gewichtsverluste, welcher einem Volum Wasser gleich ist, das mit dem des eingetauchten Körpers übereinstimmt, und welches von ihm aus der Stelle getrieben worden war: so zeigt der Quotient das Verhältniſs des absoluten Gewichts eines Wasservolums, das mit dem Volum des festen Körpers gleich ist, zu dem Gewicht des Körpers selbst. Wird das Gewicht des Wassers zur Einheit angenommen, so zeigt nun der Quotient, wie vielmal dergleichen Einheiten vom Wasser in einem gleichen Volum des starren Körpers enthalten sind, und dieses nennt man sein specifikes Gewicht.

Beispiele.

a. Es wiege ein solider starrer Körper, der im reinen Wasser nicht lösbar ist, in der Luft genau abgewogen, 500 Gran preufsisches Gewicht. Beim Einsenken in reines destillirtes Wasser von 14 Grad Reaumür Temperatur, verliere der eingesenkte Körper von seinem vorigen absoluten Gewicht 75 Gran: so mufs also 500 — 75 = 425 Gran sein respektives Gewicht seyn.

b. Dividirt man nun mit dem im Wasser erlittenen Gewichtsverlust (= 75 Gran) in das absolute Gewicht (= 500 Gran) des Körpers, so erhält man zum Quotienten $\frac{500}{75}$ = 6,666 zu 1. Denn wenn man das Gewicht des Wassers zu 1000 setzt: so verhält sich das specifike Gewicht des Körpers zu dem des Wassers, wie 6,666 : 1000, d. h. wenn beide ein gleiches Volum einnehmen, und das des Wassers 1000 Gran wiegt, so wird das des dichtern Körpers 6,666 solcher Grane wiegen. Man kann, wenn man will, die Zahl der Dezimalstellen bis auf zehntausend, hunderttausend und zehnmalhundert - tausend Theile fortführen; es ist aber hinreichend, wenn man sie bis auf Tausendtheile verfolgt.

Bestimmung des Volums eines Körpers.

§. 30.

Die Abwiegung eines festen Körpers im Wasser kann auch benutzt werden, um sein Volum auszumitteln. Wiegt man z. B. einen richtig gearbeiteten Duodezimal-Kubikzoll von einer starren, im Wasser nicht lösbaren Substanz erst in der Luft, dann aber im Wasser ab; so ist der Verlust, den sie beim Einsenken in das Wasser erleidet, dem Gewicht eines ihr gleichen Volums, also eines Duodecimal-Kubikzolles proportionirt. Man findet dieses Ge-

wicht, für den preufsischen Duodecimal-Kubikzoll reines destillirtes Wasser, bei 14 Grad Reaumür, genau 293⅓ Gran, oder 2²⁄₉ Loth (= 2 Loth 33⅓ Gran), nach dem neuen preufsischen Gewicht. Man erfährt also auch das Volum eines jeden andern Körpers, wenn solcher erst in der Luft, dann im Wasser abgewogen und der Gewichtsverlust, den er im Wasser erleidet, durch 293⅓ dividirt wird: da dann der Quotient das Volum des Körpers angiebt.

Beispiele.

a. Eine unförmliche, geometrisch nicht leicht ausmefsbare, körperliche Masse (z. B. eine Statüe) wiege in der Luft 29 Loth 1 Quentchen und 20 Gran, so beträgt solches, in Grane verwandelt (das preufsische Pfund zu 7680 und das Loth zu 240 Granen gerechnet) 7040 Grane. Dieses durch 293 ⅓ dividirt, giebt zum Quotienten 24; also findet man den Rauminhalt des zu untersuchenden Körpers 24 preufsischen Duodezimal-Kubikzollen gleich.

b. Soll der kubische Inhalt eines hohlen Gefäfses bestimmt werden, so ist es hinreichend, solches zu thariren, dann genau mit reinem Wasser anzufüllen, da dann sein Mehrgewicht, das Gewicht des Wassers angiebt, welches seinen Raum ausfüllet. Wird dieses Gewicht nun durch 293⅓ dividirt, so giebt der Quotient den Rauminhalt des Gefäfses nach Duodezimal-Kubikzollen an.

Bestimmung des absoluten Gewichts, für den Kubikfufs oder Kubikzoll, irgend eines Körpers.

§. 31.

Eben so kann, wenn das Volum und das specifike Gewicht eines Körpers ausgemittelt

worden ist, nun auch gefunden werden, wie viel das absolute Gewicht eines gegebenen Umfanges desselben beträgt. Für diesen Fall ist es hinreichend, das Volum des Körpers mit der Zahl zu multipliciren, welche sein specifikes Gewicht ausdrückt. Es sey z. B. das specifike Gewicht des Schwefels = 1,800 und das absolute Gewicht von einem Duodecimal-Kubikzoll reinem Wasser = $293\frac{1}{3}$ Gran: so haben wir $293\frac{1}{3}$ + 1,800 = 528,000 preufsische Gran oder 2 Loth 48 Gran für das absolute Gewicht von einem Kubikzoll Schwefel. Dieses mit 1728 multiplicirt, giebt das absolute Gewicht von einem Kubikfufs des Schwefels an.

Bestimmung des specifiken Gewichts der tropfbarflüssigen Materien.

§. 32.

Soll das specifike Gewicht tropfbar flüssiger Substanzen, mittelst der hydrostatischen Wage bestimmt werden, sie mögen dichter oder leichter als reines Wasser seyn, so bedient man sich der folgenden Verfahrungsart. Man wiegt einen soliden Körper, z. B. eine Glaskugel, die an einem zarten Faden von Platindraht aufgehängt ist, erst in reinem Wasser, dann in der zu untersuchenden Flüssigkeit ab. Man dividirt nun mit dem Gewichtsverlust, welchen die Kugel im Wasser erleidet, in den, welchen sie in der zu untersuchenden Flüssigkeit erlitten hat, da dann der Quotient das Verhältnifs der specifiken Dichtigkeit der zu untersuchenden Flüssigkeit zum Wasser angiebt.

Beispiele.

a. Es verliere z. B. die Glaskugel beim Einsenken in das Wasser 480 Gran; beim Einsenken in eine liquide Säure verlieren sie 695 Gran am Gewicht, so werden die Dichtigkeiten beider, bei gleichen Umfangen, sich verhalten wie 695 : 480; aber 695 dividirt durch 480, giebt zum Quotienten 1,447 : 1000. Das abgewogene Fluidum ist also specifisch dichter als Wasser.

b. Es verliere dagegen die Kugel im Wasser 480 Gran, in einer andern Flüssigkeit, Branntwein, einem Oel etc. aber nur 375 Gran: so wird sich die Dichtigkeit der Flüssigkeit verhalten, zu der des Wassers, wie 375 : 480. Aber 375, dividirt durch 480, giebt zum Quotienten 0,781. Also wird sich die specifische Dichtigkeit der untersuchten Flüssigkeit verhalten zu der des Wassers, wie 0,781 : 1,000; sie muſs also specifisch dünner oder leichter seyn.

Gebrauch der Aräometer.

§. 33.

Aräometer, auch Senkwagen, so wie Baryllien und Leichtigkeitsmesser (von dem griechischen Worte αραις, leicht oder leichtartig, abgeleitet) werden einige in der Chemie unentbehrliche Instrumente genannt, die man als Stellvertreter der hydrostatischen Wäge mit Zuversicht gebrauchen kann. Sie lassen sich unter zwei Hauptabtheilungen bringen, nämlich in die mit Gewichten und in die mit Graden oder Skalen. Die Erstern müssen den Letztern, in Rücksicht der Genauigkeit, durchaus vorgezogen werden; und von jenen verdienen ganz besonders in Gebrauch gesetzt zu werden, zur Bestimmung der specifiken Gewichte fester

Körper: 1. Das Nicholsonsche Hydrometer; 2. die Tralles'sche Wage. Zur Bestimmung der specifischen Dichtigkeiten liquider Substanzen eignet sich am besten das von Schmidt verbesserte Fahrenheitsche Aräometer. Zur genauen Ausmittelung der specifischen Dichtigkeiten der festen und der liquiden Materien dient endlich auch noch das Wägeglas, ein kleines hohles Cylinderglas mit nicht zu enger Oeffnung, die genau abgeschliffen und mit einer gleichfalls geschliffenen Glasplatte bedeckt ist.

Das Nicholsonsche Hydrometer.

§. 34.

Dieses bestehet aus einem hohlen Cylinder von Silber lackirtem Blech, der an beiden Enden conisch ausläuft (*Tab. I., Fig.* 2.) Am obern Ende befindet sich ein dünner Draht und in der Mitte desselben ein kleiner Einschnitt. Er endigt sich in einen flachen Teller. Am untern Ende des Cylinders hängt ein kegelförmiger mit Blei ausgefüllter Eimer. Die Belastung dieses Instruments ist so eingerichtet, daſs solches, wenn es in Wasser getaucht wird, sich nur um zwei Drittheile des Cylinders einsenkt. Wird der untere Theil des Instruments mit einer kleinen Kammer von Blech versehen, so dient dasselbe auch, um die specifische Dichtigkeit solcher festen Körper damit zu bestimmen, die leichter als Wasser sind.

§. 35.

Wenn mittelst dieses Instruments gearbeitet werden soll, so taucht man selbiges in einen

Cylinder mit destillirtem Wasser. Man legt nun so viel Gewicht auf den Teller desselben, bis das Instrument an das an dem Drahte desselben bemerkte Kennzeichen niedersinkt, und merkt das Gewicht genau; man nennt es das Normalgewicht. Mittelst dieses Instruments kann nun sowohl das absolute, als das specifike Gewicht der festen Körper, sehr genau ausgemittelt werden.

§. 36.

Es erfordere z. B. das Instrument, um bis an die gedachte Marke im Wasser eingesenkt zu werden, ein Zulage-Gewicht von 500 Gran, so ist dieses das Normalgewicht. Legt man nun, statt des Gewichts, den abzuwiegenden Körper auf den Teller (der weniger als 500 Gran wiegen muſs) und setzt so viel Gewicht hinzu, bis das Instrument wieder an die Marke eintaucht: so ist das Normal-Gewicht, minus dem zugelegten Gewicht, gleich dem absoluten Gewicht des Körpers. Legt man ferner, ohne das Gewicht zu ändern, den Körper in den am untern Theile des Instruments angebrachten Eimer, so wiegt das Ganze weniger als vorher. Der Gewichtsverlust ist gleich dem Gewicht des Wassers, welches von dem Körper aus der Stelle getrieben wurde, und mit ihm einen gleich groſsen Rauminhalt besitzt. Man findet dieses Gewicht, wenn man so viel Gewicht auf den Teller legt, bis das Gleichgewicht des Ganzen wieder hergestellt ist. Dividirt man nun mit dem Ersatzgewicht, in das gefundene absolute Gewicht des Körpers, so giebt der Quotient das specifike Gewicht desselben zum Wasser an.

Beispiele.

a. Es sey das Normalgewicht des Aräometers 500 Gran. Der Körper, welcher auf den Teller gelegt wird, erfordere ein Zusatzgewicht von 150 Gran, so muſs 500 — 150 = 350 Gran, gleich seinem absoluten Gewicht seyn. Nun lasse man die 150 Gran auf dem Teller, lege aber den Körper in den am untern Theile angebrachten Eimer, so wird das Instrument steigen. Es erfordere, um wieder ins Gleichgewicht gesetzt zu werden, eine Zulage von 45 Gran auf dem Teller; so wird dieses dem Gewichte des Wassers gleich seyn, welches von dem Körper aus der Stellung getrieben worden ist; also das respective Gewicht des Körpers wird 500 — 45 = 455 seyn. Man dividire nun mit 45 in 500, so erhält man zum Quotienten 11,111; also wird sich das specifische Gewicht des Körpers zu dem des Wassers verhalten, wie 11,111 : 1000.

b. Will man einen Körper abwiegen, der specifisch leichter ist als Wasser, z. B. Holz; so operirt man im Ganzen eben so; nur bedient man sich des unten mit einer Kammer versehenen Instruments, in welcher der Körper eingeschlossen wird, um selbigen vor dem Emporsteigen im Wasser zu schützen. Er wiege z. B. 150 Gran, und verliere beim Eintauchen in das Wasser 160 Gran, so wird sich sein specifisches Gewicht zu dem des Wassers verhalten wie 150 : 160, also wie 0,937 : 1000.

Die Tralles'sche Wage.

§. 37.

Die vom Herrn Akademiker und Prof. D. Tralles angegebene hydrostatische Wage (*Tab. I. Fig.* 3.) gewährt ein sehr empfindliches Instrument zur Bestimmung der absoluten und der specifiken Gewichte der Körper. Jenes Instrument

besteht in einem hohlen Glaskörper, der mit einem gebogenen Arm von dünnem Drahte versehen ist, an dessen unterm Theile eine kleine Wagschale hängt. An dem vom Glaskörper ausgehenden Drahte ist ein Merkmal angebracht, um das Einsenken des Körpers in das Wasser zu bemerken. Das Ganze ist auf einem Statif befestiget. Will man das Instrument gebrauchen, so setzt man ein mit Wasser gefülltes Glas auf das Statif, hängt den hohlen Glaskörper in das untergesetzte Gefäls mit Wasser, und legt nun so viel Gewicht in die Wagschale, bis der Draht an die Marke eintaucht; man findet auf solche Weise das Normalgewicht. Bringt man nun den abzuwiegenden Körper auf die Schale und so viel Ersatzgewicht hinzu, bis alles ins Gleichgewicht gekommen ist: so ist das Normalgewicht, minus dem Ersatzgewicht, gleich dem absoluten Gewicht des Körpers. Legt man nun den Körper in das Wasser, so wiegt er weniger; der Gewichtsverlust ist gleich dem gleichen Volum des Wassers, das er aus der Stelle getrieben hat. Wird mit diesem Gewichtsverlust in das absolute Gewicht des Körpers dividirt, so giebt der Quotient sein specifikes Gewicht zum Wasser an.

Das Fahrenheitische oder allgemeine Aräometer.

§. 38.

Das Fahrenheitische oder allgemeine Aräometer (*Tab. I.*, *Fig.* 4.) wird ganz aus Glas

angefertiget und dient vorzüglich zur Bestimmung der specifischen Dichtigkeiten liquider Substanzen. Es besteht in einem hohlen gläsernen Cylinder, der durch so viel hineingegossenes Quecksilber belastet ist, dafs er senkrecht im Wasser schwimmt. Der obere Theil ist mit einem dünnen Röhrchen versehen, in dessen Mitte sich eine Marke befindet, und das sich in einen Teller endiget. Will man die specifische Dichtigkeit einer Flüssigkeit mittelst dieses Instruments erforschen, so taucht man solches in ein Gefäfs mit destillirtem Wasser, und legt so viel Gewicht auf den Teller, bis solches an die Marke einsinkt. Dieses Gewicht ist das Normalgewicht; es ist gleich der Masse des Wassers, welches das Instrument bei seinem Einsinken aus der Stelle trieb. Man senkt nun das vorher abgetrocknete Instrument in die zu untersuchende Flüssigkeit, und setzt so viel Ersatzgewicht auf den Teller, bis alles ins Gleichgewicht gekommen ist. Man dividirt hierauf mit dem Gewicht, welches beim Einsenken des Instruments in reines Wasser erforderlich war, in das, welches beim Einsinken in die zu untersuchende Flüssigkeit erfordert wurde: da dann der Quotient das specifike Gewicht des Körpers zum Wasser angiebt.

Beispiele.

a. Es betrage das Gewicht, welches beim Einsenken des Instruments in Wasser zugelegt werden mufs, 500 Gran. Beim Einsenken in eine Säure aber werden 800 Gran erfordert: so verhalten sich die absoluten Gewichte gleicher Volumina der Flüssigkeit und

des Wassers wie 800 : 500; folglich verhält sich die specifische Dichtigkeit der Säure zum Wasser wie 1,600 : 1000.

b. Man senke nun das Instrument in eine Flüssigkeit, die specifisch dünner oder leichter ist als Wasser, z. B. Weingeist. Es erfordere zum Ersatzgewicht 400 Grane: so muſs sich das absolute Gewicht gleicher Umfange von beiden verhalten, wie 400 : 500, das ist wie 0,800 : 1000; folglich ist ihr specifisches Gewicht = 0,800.

Das Wägeglas.

§. 39.

Hierzu kann jedes kleine Stöpselglas angewendet werden, am besten hält man aber ein besonders gut geformtes, etwa 6 Loth Wasser fassendes Glas dazu vorräthig, mit einer nicht zu engen Oeffnung, die aber genau abgeschliffen ist, und mit einer aufgeschliffenen kleinen Glasplatte verschlossen werden kann. Auſser diesem wird zur Abwiegung eine sehr genaue gewöhnliche Wage erfordert. Um jenes Wägeglas zu gebrauchen, untersucht man erst, wie viel genau das reine Wasser wiegt, welches seinen Raum ausfüllet; welches Gewicht, einmal bekannt, stets als eine gegebene Gröſse betrachtet werden kann. Um jenes Gefäſs zu gebrauchen, die specifike Dichtigkeit der festen und flüssigen Körper damit zu bestimmen, kann man sich folgender Methode bedienen.

Beispiele.

a. Es fasse das Glas genau 1440 Gran Wasser. Ein Körper, dessen specifisches Gewicht bestimmt werden soll, wiege, auf der Wage abgewogen, 150

Gran. Man lege ihn in das mit dem Wassar gefüllete Glas, woraus er so viel Wasser aus der Stelle treibt, als sein Volum beträgt, dessen Gewicht man findet, wenn das Glas abgetrocknet und gewogen wird. Es sollen z. B., wenn etwa die Thara des Glases 720 Gran, sein Wasserinhalt 1440 Gran, und das Gewicht des Körpers 150 Gran beträgt, das Ganze 720 + 1440 + 150 = 2310 Gran wiegen; es wiege aber nur 2260 Gran, so wird der Körper 50 Gran Wasser aus der Stelle getrieben haben; folglich verhalten sich die absoluten Gewichte gleicher Volumina desselben und des Wassers, wie 150 : 50; aber 150, dividirt durch 50, giebt zum Quotienten 3; folglich verhält sich die specifische Dichtigkeit des Körpers zu der des Wassers wie 3,000 : 1,000.

b. Will man das specifische Gewicht einer Flüssigkeit bestimmen, die dichter als Wasser ist, so füllet man das Glas genau damit an und wiegt es. Es betrage das absolute Gewicht derselben Flüssigkeit 1680. Da aber das gleiche Volum Wasser nur 1440 wiegt, so wird sich das specifische Gewicht der Flüssigkeit zu dem des Wassers verhalten, wie 1680 : 1440 d. i. wie 1,666 : 1,000.

c. Ist die Flüssigkeit specifisch leichter als Wasser, so operirt man eben so. Es wiege z. B. die Flüssigkeit, welche den Raum des Glases ausfüllet, 1338, so wird sich deren Dichtigkeit zu der des Wassers verhalten wie 1338 : 1440 d. i. wie 0,928 : 1,000.

Bestimmung des specifischen Gewichts von Salzen und andern, im Wasser lösbaren, Substanzen.

§. 40.

Wenn das specifike Gewicht solcher Substanzen gefunden werden soll, die vom Wasser gelöst werden, wie z. B. einem Salz, Schiefspul-

ver etc., so kann man sich gleichfalls des Wägeglases dazu bedienen, aber man mufs dann eine andere Methode anwenden. Zu dem Behuf bedient man sich, statt des Wassers, des Aethers, des Alkohols oder des Terpentinöls. Man untersucht nun, wie viel der Körper, beim Einsenken in die Flüssigkeit, von seinem absoluten Gewichte verliert. Was die specifische Dichtigkeit dieser Flüssigkeit betrifft, so entsteht nun folgendes Verhältnifs: wie sich das specifische Gewicht der Flüssigkeit verhält zu dem des Wassers, so mufs sich auch das absolute Gewicht eines gegebenen Volums dieser Flüssigkeit zu dem des Wassers verhalten. Eben so mufs sich nun aber auch der Gewichtsverlust verhalten, welchen der Körper, in dieser Flüssigkeit abgewogen, erleidet, zu dem, welchen er, im Wasser abgewogen, erlitten haben würde; und sein absolutes Gewicht, dividirt durch den letztgedachten Gewichtsverlust, giebt sein specifikes Gewicht zum Wasser an.

Beispiel.

Es sey z. B. das specifische Gewicht des reinen Terpentinöls = 0,870. Der Körper verliere, darin abgewogen, von seinem absoluten Gewichte 60 Gran: so entsteht folgendes Verhältnifs: $0,870 : 1,000 = 60 : x$, welches x hier den Verlust andeutet, den der Körper, im Wasser abgewogen, erleiden würde. Wir erhalten hier also — $\frac{60,000}{0,870} = 68,96$; wenn nun das absolute Gewicht des Körpers 312 Gran, so ist sein specifikes Gewicht $= \frac{312}{68,96}$ d. i. $=$ 4,524.

2. Von

2. Von der Lösung.

§. 41.

Lösen (*solvere*) nennt man die Aufhebung der Cohäsion zwischen den kleinen Massentheilchen eines gleichartigen Körpers, durch ein Zwischenmittel, dessen Massentheilchen mit denen des zu lösenden Körpers gegenseitig eine stärkere Cohäsion behaupten, als die Theilchen des gelösten Körpers zu einander besafsen. Das Produkt einer solchen Verbindung wird Lösung (*Solutio*) genannt.

§. 42.

Der Erfolg einer wahren Lösung setzt voraus, dafs die sich lösenden Theile sich blofs physisch (cohärirend) anziehen, sich nicht chemisch (durchdringend) mit einander mischen, dergestalt, dafs solche in dem Produkte der Lösung, durch irgend einen Sinn noch wahrgenommen werden können; wodurch der Erfolg von der späterhin vorkommenden Auflösung (die eine chemische Operation ist) sich deutlich unterscheidet.

Beispiel.

Man trage gepülverten Salpeter in ein Gefäfs mit reinem Wasser und rühre das Gemenge mit einem gläsernen Stabe um. Der Salpeter wird nach und nach verschwinden, indem er vom Wasser aufgenommen wird, und wenn der Salpeter rein war, wird die Flüssigkeit von ihrer Klarheit nichts verloren haben. Dieses ist ein Erfolg der Lösung. Das Auge kann den vom Wasser gelösten Salpeter nicht mehr wahrnehmen; aber der kühlend salzige Geschmack der Lösung zeigt an, dafs er noch unverändert in der Flüssigkeit enthalten ist.

§. 43.

Wenn die Lösung eines Körpers veranstaltet wird, so betrachtet man den Körper selbst als etwas passives, die Materie hingegen, durch welche derselbe gelöset wird, als ein actives Mittel. Man nennt jenen den zu lösenden Körper (*Corpus solvendum*); das womit er sich vereinigt hingegen, sein Lösungsmittel (*Menstruum. Salvens*). Im vorher genannten Fall war also der Salpeter der zu lösende Körper, und das Wasser war sein Lösungsmittel. Dieses ist indessen nur eine figürliche Ansicht; denn eigentlich wirken beide Theile activ gegen einander und zwar mit einer Kraft, die ihrer gegenseitige Cohäsion proportionirt ist.

§. 44.

Die Lösung eines Körpers in seinem Lösungsmittel kann aus drei verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden:

1) Zwischen einer concreten und einer liquiden Substanz.
2) Zwischen zweien liquiden Substanzen.
3) Ohne Anwendung eines liquiden Lösungsmittels, bloſs durch die Wärme.

Hiernach unterscheidet man zwei verschiedene Arten der Lösung, nämlich Lösung auf dem nassen Wege (*Solutio via humida*) und Lösung auf dem trocknen Wege (*Solutio via sicca*).

Beispiele.

a. Die Lösung des Zuckers, so wie die des Salpeters und aller übrigen Salze im Wasser, so wie das Zerflieſsen mehrerer Salze an der feuchten

Luft, sind Erfolge der Lösung zwischen einem concreten und einem liquiden Mittel.

b. Die Verbindung zwischen Weingeist und einem ätherischen Oele, zwischen Weingeist und Aether, zwischen einem ätherischen und einem fetten Oele, sind Erfolge der Lösung zwischen zweien liquiden Substanzen.

c. Das Flüssigwerden des Eises in der Wärme, das Schmelzen der Metalle, des Schwefels, des Wachses u. s. w. in der Wärme, sind Erfolge der Lösung auf dem trocknen Wege.

§. 45.

Um die Lösung der Körper auf dem nassen Wege zu verrichten, bedient man sich gläserner Kolben oder Phiolen; so wie Geräthe von Porzellan, und von Metall, (wie Platin, Silber und Zinn), welches aber ein solches seyn muſs, das zu dem darin bearbeiteten Material keine Wechselwirkung zeigt.

§. 46.

Wenn ein zu lösender Körper, seiner ganzen Masse nach, in dem angewendeten Lösungsmittel lösbar ist, so wird er ganz von demselben aufgenommen, und man nennt den Erfolg eine totale Lösung. Wenn der zu lösende Körper aber aus Stoffen besteht, von welchen nur einige in dem Lösungsmittel lösbar sind, andere aber nicht: so nimmt es auch nur die in ihm lösbaren Theile in sich, und läſst die übrigen ungelöst zurück; in diesem Fall wird der Erfolg eine partielle Lösung genannt.

Beispiele.

a. Erfolge einer totalen Lösung entstehen, 1) zwischen dem Wasser und den darin lösbaren

Salzen; 2) zwischen dem Wasser und den Gummen, und dem Pflanzenschleim; 3) zwischen dem Alkohol und den vollkommenen Harzen; 4) zwischen dem Alkohol und den ätherischen Oele; 5) zwischen dem Aether und den Harzen.

b. Erfolge einer partiellen Lösung ergeben sich: 1) Bei der Behandlung vegetabilischer Substanzen (Wurzeln, Kräuter, Rinden etc.), mit Wasser, mit Alkohol oder mit Aether. Das Wasser nimmt nur die gummigen und schleimigen Theile, der Alkohol nimmt die Harztheile und den Extraktifstoff derselben in sich. Der Aether verbindet sich nur allein mit den Harztheilen, und läfst alle übrige nicht gelöst zurück.

c. Zu den Erfolgen der partiellen Lösung gehören auch: die Auslaugung (*Elixivatio*) und die Aussüfsung (*Edulcoratio*). Man verrichtet sie, wenn ein Gemenge von in Wasser lösbaren und in Wasser nicht lösbaren Substanzen mit Wasser übergossen wird. Die lösbaren Theile treten dabei mit dem Wasser in Cohäsion und werden hinweggeschaffet; dagegen die nicht darin lösbaren, von den erstern befreiet, zurück bleiben. Wenn das im Wasser gelöste das Nutzbare ist, so nennt man den Erfolg Auslaugung; wenn hingegen das nicht gelöste das Nutzbare, das gelöste aber von keinem Nutzen ist, so wird der Erfolg Aussüfsung genannt.

§. 47.

Nach der verschiedenen Methode, wie solche in Ausübung gesetzt werden, erhalten diejenigen partiellen Lösungen, welche mit Materien von einer complicirten Zusammensetzung veranstaltet werden, auch verschiedene Benennungen. Allgemein wird aber der Erfolg Ausziehung (*Extractio*) genannt.

Beispiele.

a. Man nennt den Erfolg der partiellen Lösung eine Einweichung (*Maçeratio*), wenn der Körper (z. B. eine Wurzel, eine Rinde etc.), mit dem dazu bestimmten Lösungsmittel übergossen, und bloſs in der Kälte damit in Berührung gelassen wird. In vielen Fällen wird aber die Maceration bloſs als ein Vorbereitungsmittel zur nachmaligen Lösung gebraucht.

b. Wird die partielle Lösung dadurch veranstaltet, daſs man das Lösungsmittel vorher bis zum Sieden erhitzt, auf den Körper gieſst, und solchen damit in Berührung, läſst (wie bei der Zubereitung des Kaffees und des Thees), so wird der Erfolg eine Aufgieſsung (*Infusio*), und das Produkt ein Aufguſs (*Infusum*) genannt.

c. Wird dagegen der Körper mit seinem Lösungsmittel in einem Kolben zwar kalt übergossen, derselbe aber in heiſsem Sande so weit erhitzt, daſs die Temperatur der Flüssigkeit 167 Grad Fahrenheit oder 60 Reaumür nicht übersteigt, so wird die Operation Digestion (*Digestio*) genannt.

d. Sehr harte Substanzen pflegt man mit dem Lösungsmittel zu kochen; dann wird die Operation das Auskochen (*Decoctio*) und das Resultat wird eine Abkochung (*Decoctum*) genannt.

§. 48.

Jedes Lösungsmittel hat die Eigenschaft, von dem darin lösbaren Stoffe nur eine bestimmte Quantität aufzunehmen, welche aber von dem Grade der Wärme abhängig ist, bei welchem die Lösung veranstaltet wird. Wenn ein Lösungsmittel bei einer gegebenen Temperatur, z. B. 14 Grad Reaumür, so viel von dem darin lösbaren Körper aufgenommen hat, daſs nichts mehr von selbigem damit in Cohäsion treten kann: so nennt man

den Erfolg Sättigung (*Saturatio*) und das Produkt wird eine gesättigte Lösung (*Solutio saturata*) genannt. Man nennt den Zustand der Sättigung einen absoluten, in Beziehung auf den darin gelösten Körper; einen relativen hingegen, in Beziehung auf einen andern Körper, der darin noch lösbar seyn kann, ohne daſs der Erstere aus der Lösung getrennt wird.

3. Von der Schmelzung.

§. 49.

Der Uebergang eines koncreten Körpers in eine tropfbar flüssige Form, wenn derselbe der Einwirkung einer hinreichend starken Hitze ausgesetzt wird, wird Schmelzen genannt. Dieser Erfolg, als für sich bestehende Operation betrachtet, wird Schmelzung (*Fusio*) genannt; das Schmelzen fester Körper (z. B. Metalle etc.) im Feuer, darf mit dem Zerflieſsen einiger krystallisirten Salze (z. B. des Alauns, des Glaubersalzes des Borax'es etc. in der Wärme) nicht verwechselt werden: denn dieses ist bloſs eine Lösung derselben, in ihrem durch die Wärme flüssig gewordenen Krystallwasser.

§. 50.

Das wahre Schmelzen eines Körpers im Feuer ist ein Resultat seiner Lösbarkeit in der Wärme, folglich seiner cohäsirenden Kraft zu derselben. Daher dauert auch der geschmolzene Zustand eines Körpers nur so lange, als der Grad der Hitze derselbe bleibt, bei welchem der Uebergang in die liquide Form erfolgte. Läſst die Wirkung der Hitze nach, so entweicht der

cohärirende Wärmestoff, und der geschmolzene Körper gehet in den starren Zustand zurück.

§. 51.

Nicht alle Körper sind schmelzbar im Feuer, auch kommen nicht alle bei einem gleichen Grade der Hitze in Fluſs. Blei schmelzt leichter als Zinn, und Zinn leichter als Kupfer etc. Körper, welche bei irgend einem Grade der Hitze schmelzbar sind, werden schmelzbare Körper (*Corpora fusibilia*) genannt. Je nachdem solche mehr oder weniger leicht im Feuer schmelzen, werden sie in leichtflüssige und in strengflüssige unterschieden. Diejenigen, welche durch keine uns bekannte Gewalt des Feuers geschmolzen werden können, werden unschmelzbare Körper (*Corpora refractaria*) genannt.

§. 52.

Um das Schmelzen der Körper zu veranstalten, bedient man sich, je nachdem mit groſsen oder kleinen Massen derselben gearbeitet werden soll, dazu besonders eingerichteter Oefen, welche Schmelzöfen (*Furni fusorii*) genannt werden, oder man bedient sich des Blaserohrs oder des Neumannschen Gasgebläses; je nachdem die Umstände die eine oder die andere Methode nothwendig machen.

§. 53.

Die Schmelzöfen, deren man sich zu gröſsern und kleinern Arbeiten solcher Art bedient, sind von dreierlei Art:

1) Die Hohöfen mit Gebläsen.
2) Die Schmiede-Essen.
3) Die Windöfen.

Die erstern, deren man sich bei Schmelzarbeiten im Großen auf den Hütten bedienet, sind von feuerfesten Steinen erbauet. In ihnen wird der zum Brennen nothwendige Luftzug durch große Blasebälge oder Cylindergebläse herbeigeführt. Die Schmiedeesse ist allgemein bekannt. Man bedient sich dabei eines sogenannten doppelten Blasebalges mit doppelten Luftlöchern. Die Schmelzgefäße stehen auf einem mit einer Umgebung versehenen Herde, zu welchem der Luftstrom durch die Form des Blasebalges zugeleitet wird.

§. 54.

Die Windöfen (*Furni anemii*) sind entweder aus Eisen gegossen, oder von Eisenblech angefertiget; oder sie bestehen aus Ipser oder Passauer Tiegelmasse, oder sie werden aus Mauersteinen erbauet. Sie erhalten den zum Brennen des Feuers nothwendigen Luftzug entweder durch Blasebälge oder durch das von selbst erfolgende Zuströmen der Luft, von außen nach innen. Weil solche entweder transportabel oder feststehend sind, werden sie in tragbare (*Furni portatiles*) und in feststehende (*Furni stabiles*) unterschieden.

§. 55.

Ein jeder Schmelzofen (*Tab. I. Fig. 5.*) bestehet aus drei Haupttheilen; diese sind:

1) der Feuerherd (*Focus*) auch Kohlenherd und Kohlensack genannt.
2) Der Aschenherd (*Cinerarium*), welcher bei den kleinern Windöfen durch

einen Rost (*Cruticula*) vom Feuerherde getrennt ist.

3) Dem Rauchfang (*Caminus*), der bei kleinern Oefen auch Haube, Dohm und Kappe genannt wird; und dazu bestimmt ist, einerseits den Zug des Ofens zu unterhalten, anderenseits die verdorbene Luft hinweg zu leiten.

Die aus gegossenem Eisen oder aus Eisenblech angefertigten Oefen werden innerhalb einen Zoll dick mit einem Kitt ausgeschlagen, der aus einem Gemenge von 4 Theilen vorher gebrannten und gepülverten Thon, 2 Theilen frischen fetten Thon, und 2 Theilen gepülverten Hammerschlag mit frischem Blute umgeknetet, bereitet worden ist, um die Oefen dadurch vor dem Durchbrennen zu schützen. Um die Wirkung der Hitze nach Möglichkeit zu verstärken, giebt man dem Feuerherde eine elliptische Form. Um während dem Brennen des Feuers immer eine kalte und reine Luft zuströmen zu lassen, läſst man solche durch ein langes konisches Rohr (eine Trompete) von auſsen, oder aus einem Keller hinzuströmen. Der Aschenherd hat einen doppelten Zwek, um die sich ansammelnde Asche heraus zu nehmen, und um, bei kleinern tragbaren Oefen, den Luftzug dadurch zu unterhalten.

§. 56.

Um das Schmelzen der Körper zu veranstalten, bedient man sich der Schmelzgefäſse. Nach der Natur des Materials, welches darin geschmolzen werden soll, sind sie entweder aus reinem Golde, oder aus reinem Platin, oder aus Sil-

ber, oder aus geschmiedetem Eisen, oder aus Porzellan, oder aus feuerfesten Thon, oder aus Kreide, aus Spekstein, aus Kohle, oder aus einem Gemenge von Graphit und Thon, oder aus feuerfestem Thon und grobem Sande gemengt, angefertiget.

§. 57.

Nach den verschiedenen Formen, welche die Schmelzgefäſse besitzen, werden sie unterschieden; 1. in Schmelztiegel (*Crucibuli*, *Catini liquefactorii*); 2. in Probiertuten (*Catini probatorii*); und die letztern werden wieder *a*) in Kegeltuten und *b*) in Kelchtuten unterschieden.

a) Die Schmelztiegel (*Tab. I. Fig.* 6. a. u. b.) besitzen entweder die Gestalt eines in der Spitze abgeschnittenen Kegels, oder die einer in der Spitze abgeschnittenen dreiseitigen Pyramide. Im letzten Fall passen mehrere in einander, und werden dann Satztiegel genannt.

b) Die Kegeltuten (*Tab. I. Fig.* 7.) haben die Gestalt eines doppelten Kegels, und sind unten mit einem Fuſse versehen; ihre Oeffnung kann mit einem in der Mitte durchlöcherten Deckel verschlossen werden.

c) Die Kelchtuten (*Tab. I. Fig.* 8.) besitzen die Gestalt eines Kelches, und sind gleichfalls mit einem Fuſse versehen.

Alle diese Instrumente dienen dazu, eine Schmelzung darin unmittelbar im Feuer zu veranstalten.

§. 58.

Um das Schmelzen strengflüssiger Körper zu befördern, bedient man sich verschiedener Zusätze, die von solcher Art sind, dafs solche den zu schmelzenden Körper selbst in seiner Natur nicht verändern, sondern nur seine Schmelzbarkeit begünstigen: Sie werden Zuschläge oder auch Flüsse genannt. So setzt man beim Ausschmelzen der Metalle aus ihren mit Kiesel oder Thon gemengten Erzen, den rohen Kalk zu, weil er, in Verbindung mit dem Kiesel, diesen zum Schmelzen bringt; in andern Fällen wird der Flufsspat angewendet. Zu Schmelzungen im Kleinen bedient man sich als Zuschlag des kalzinirten Boraxes, des kalzinirten Natrons etc.

§. 59.

Um Schmelzarbeiten zweckmäfsig veranstalten zu können, werden noch verschiedene Hülfsinstrumente erfordert. Diese sind: 1) die Rührhaken; 2) die Tiegelzangen; 3) der Ingufs; 4) ein Giefspuckel; 5) das Probeblech. (*Tab. I. Fig.* 8. 9. 10. 11. 12.)

a) Rührhaken nennt man einen mit einem hölzernen Handgriff versehenen Stab von Eisen, der sich am Ende krümmt, und in eine Spitze ausgehet. Er ist dazu bestimmt, die schmelzenden Materien damit umzurühren.

b) Die Tiegelzangen sind dazu bestimmt, die Schmelzgefäfse damit in den Ofen einzusetzen. Sie unterscheiden sich in der Gestalt von den gewöhnlichen Feuerzangen dadurch, dafs sie aus eisernen Stäben

bestehen, die sich am vordern Ende in zwei Halbkreise biegen, von welchen jeder in einen unter einem rechten Winkel gebogenen Fuſs ausläuft, mittelst welchen Füſsen, wenn die Stäbe zusammen geschlagen werden, der Tiegel gefasset werden kann.

c) Die Hebezangen haben dieselbe Gestalt, sind aber noch mit zwei tiefer gelegenen Querfüſsen versehen, welche, indem der obere Kreis sich um den Tiegel herumschlägt, sich unter den Boden desselben schieben; sie sind dazu bestimmt, den Tiegel mit seinem Inhalte aus dem Feuer zu heben.

d) Der Inguſs (*Lingo*) ist aus gegossenem Eisen oder aus Glockengut angefertiget. Er besteht in einer länglicht viereckigen Platte, welche drei lange, einen halben Zoll breite und vier Linien tiefe Höhlungen besitzt, in welche die geschmolzenen Metalle ausgegossen werden können.

e) Der Gieſspuckel oder Gieſskegel (*Conus fusorius*) hat die Gestalt eines doppelt hohlen spitzen Kegels, der am obern Ende mit einem hölzernen Handgriff verbunden ist. Er dienet vorzüglich dazu, diejenigen Metalle, welche aus ihren Erzen oder Oxyden reducirt worden sind, darin auszugieſsen. Er ist entweder von Glockenmetall oder von Eisen gegossen.

f) Das Probeblech ist aus Kupfer oder aus Messing angefertiget. Es bestehet aus einem länglicht viereckigen Bleche,

welches zu verschiedenen Kugelflächen vertieft ist, um kleine geschmolzene Proben darin ausgiefsen zu können.

Wenn der Ingufs, der Giefspuckel oder das Probeblech gebraucht werden sollen, müssen sie vorher inwendig mit etwas Fett oder mit Kreide ausgestrichen werden.

§. 60.

Das Blaserohr oder Löthrohr (*Tubus ferruminatorius*) (*Tab. I. Fig.* 13. 14. 15.) ist dazu bestimmt, mittelst des Mundes, indem man die Luft durch die Nasenlöcher einziehet, und durch das Zusammenpressen der Backen sie durch das im Munde haltende Rohr herauspresset, Schmelzungen im Kleinen zu veranstalten. Das Löthrohr bestehet entweder in einem konischen, aus Messing oder Silber oder aus Glas angefertigten Rohr, das sich gegen das Ende zu unter einem stumpfen Winkel biegt. Der obere Theil des Rohrs hat eine Linie, der ausgehende nur eine Zehntel-Linie Durchmesser. Oder das Löthrohr ist aus drei mit einander verbundenen Theilen zusammengesetzt: dem Mundstück, dem Wassersack und der Spitze. Oder es ist so eingerichtet, dafs jene drei Theile aus einander genommen werden können, so dafs man nach Erfordernifs immer enger ausgehende Spitzen in den Wassersack einsetzen kann.

§. 61.

Um mittelst des Blase- oder Löthrohrs zu arbeiten, fasset man selbiges mit der rechten Hand, nimmt das Mundstück in den Mund, leitet die Ausgangsspitze in die Flamme eines brennenden Lichtes, und bläfst nun, indem

man die Backen zusammendrückt, die Luft, welche durch die Nasenlöcher eingezogen worden war, hindurch, da denn die Flamme concentrirt wird, und besonders in ihrer Spitze einen hohen Grad von Hitze erregt. Man legt den Körper, der geschmolzen werden soll, auf ein Stück Kohle, in die man deshalb ein kleines Grübchen gemacht hat, welche man in der linken Hand hält, und der Spitze der Flamme entgegen richtet. Sollen dagegen Substanzen mittelst des Löthrohrs geschmolzen werden, welche sich in die Kohle hinein ziehen, so hält man selbige, in einem kleinen Löffel von Platin, der Stichflamme entgegen. Man muſs sich gewöhnen eine Zeit lang durch die Nasenlöcher zu athmen, weil der Luftzug nicht unterbrochen werden darf, und die Luft aus der Lunge zu unrein seyn würde, eine hinreichend hohe Intensität der Hitze zu unterhalten.

§. 62.

Wer sich nicht gewöhnen kann, lange mittelst des Mundes zu blasen, kann sich einer, mit einem Hahn versehenen, und mit reiner atmosphärischer Luft, oder auch mit reinem Sauerstoffgas gefülleten etwas groſsen Blase bedienen. In dem Fall befestigt man das Mundstück des Löthrohrs in den Hahn der Blase, nimmt diese zwischen die Kniee, arrangirt alles so wie vorher, und indem man die Blase zwischen den Knieen sanft zusammendrückt, preſst man die Luft durch die Flamme des Lichtes hindurch. Um beide Hände frei zu haben, kann man auch das Blaserohr in einen Ständer befestigen, der durch ein mit der Blase verbundenes elasti-

sches Rohr, solche bis zu den Knieen herableitet.

Anmerkung. Wenn man mit gemeiner Luft arbeitet, und den Strom derselben durch die Flamme einer Oellampe treibt, so dienet das Instrument dazu, um Glasröhren zu biegen. In diesem Fall kann auch das Rohr auf einem Tische befestigt seyn, und die Luft durch einen Blasebalg, der mit dem Fuſs getreten wird, herbeigeführt werden, welches man den Blasetisch nennt.

§. 63.

Die allerstärkste Intensität der Hitze wird aber veranlaſst, durch das Neuwmannsche Glasgebläse, (*Tab. I. Fig.* 16.), welches einen brennenden Luftstrom von einem Gemenge aus 1 Theile reines Sauerstoffgas und 2 Theilen reines Wasserstoffgas darbietet. Mittelst des Neuwmannschen Gebläse wird die in einer Blase eingeschlossene Knallluft durch eine kleine Kompressionspumpe zusammengepresset und strömt nun durch ein höchst feines Rohr hervor, an dessen Ausgange man sie entzündet. Um das brennende Gas nicht rückwärts strömen zu lassen, in welchem Fall der ganze Apparat mit gefahrvoller Explosion zersprengt werden würde, läſst man solches, vor seinem Eintritt in das Blaserohr, durch mehrere über einander liegende sehr feine Netze von Draht treten, die auch (nach einer von Herrn Bergemann gegebenen Vorschrift) mit feuchtem Waschschwamm bedeckt seyn können. Vor diesem Gebläse schmelzen die strengflüssigen Körper mit ziemlicher Leichtigkeit; ja Gold und Silber werden verflüchtigt.

4. Von der Verflüchtigung.

§. 64.

Man nennt einen Körper flüchtig (*volatile*), wenn solcher, indem man ihn der Einwirkung der Wärme unterwirft, sich in Dünste auflöset, und in solchen entweicht, aber wieder in den verdichteten Zustand zurücktritt, wenn jene Dünste in einen kalten Raum treten. Dieser Erfolg wird Verflüchtigung (*Volatilisatio*) genannt, und diejenigen Substanzen, welche in der Wärme flüchtig sind, werden flüchtige Körper (*Corpora volatilia*) genannt; sie unterscheiden sich hiedurch von denjenigen, welche in der Wärme nicht flüchtig sind, und daher feuerbeständige Körper (*Corpora fixa*) genannt werden.

Beispiele.

a) Man bringe ein Gemenge von Kamphor und von gepülverter Kreide, in einem gläsernen Kolben, über die Flamme einer Lampe: der Kamphor wird in Dünsten entwickelt, die sich im kältern Raume des Kolbens wieder verdichten, die Kreide wird aber unverändert zurückbleiben. Folglich ist der Kamphor ein flüchtiger, die Kreide hingegen ein feuerbeständiger Körper.

b) Körper, die im Feuer weder schmelzen noch sich verflüchtigen, werden feuerfeste Körper (*Corpora apyra*) genannt. Reine Kohle und Diamantroth sind feuerfeste Körper.

§. 65.

Die Verflüchtigung eines Körpers in der Wärme ist ein Erfolg der Cohäsion seiner kleinsten Massentheilchen zu denen des Wärmestoffes. Der Wärmestoff ist ein selbstständiges, expansives

We-

Wesen, das durch seine cohärirende Verbindung mit andern Materien, falls sie ausdehnsam sind, auch diese ausdehnet und sie so lange im Zustande der Ausdehnung erhält, als sein Daseyn in ihnen obwaltet. Die durch den Wärmestoff zu elastischen Dämpfen ausgedehnten Substanzen werden Dünste (*Vapores*) genannt. Sie unterscheiden sich von den Luft- und Gasarten sehr deutlich dadurch, dafs der Zustand ihrer Ausdehnung kein permanenter ist, sondern dafs sie in der Kälte wieder verdichtet werden und die vorige Gestalt des Körpers annehmen.

§. 66.

In der Chemie benutzt man diese Eigenschaft der Körper, sich in der Wärme in flüchtige Dünste ausdehnen zu lassen, die sich in der Kälte wieder verdichten, um besondere Operationen darauf zu gründen. Diese sind 1) die Abdunstung; 2) die Destillation und 3) die Sublimation. Sie müssen sämmtlich unter die Categorie der physischen Operation gesetzt werden, da mit ihrem Vorgange keine wesentliche Veränderung in der Grundmischung des Körpers verbunden ist.

§. 67.

Man nennt eine solche Operation Abdunstung oder Verdunstung (*Evaporatio*), wenn man die sich verflüchtigenden Theile, indem sie von keinem Nutzen sind, in die Luft entweichen läfst. So dunstet man die mit Wasser gemachte Lösung der Salze ab, um die Wassertheile zu entfernen und die weniger flüchtigen Salztheile in trockner Form darzustellen. Man nennt hingegen die Operation Eindickung (*Inspissatio*)

wenn man frisch gepreſste Säfte der Pflanzen, oder die mit Wasser gemachte Extraction trockner Pflanzen so weit abdunstet, daſs die überflüssigen Wassertheile entfernt und die nicht flüchtigen wirksamen Stoffe in einen engern Raum zusammengedrängt werden. Wenn hingegen lebende Thiere und Pflanzen aus eigner innerer Kraft, Dünste exhaliren, so wird dieser Erfolg die Ausdünstung *(Exhalatio)* oder das Schwitzen (*Transpiratio*) derselben genannt.

§. 68.

Um das Abdunsten oder Verdunsten zu veranstalten, bedient man sich flacher Schalen (Abdunstungsschalen) von Glas, von Porzellan, von Platin oder von Silber, je nachdem die Substanzen sind, die man abdunsten will; immer muſs dabei beobachtet werden, daſs sie von den darin bearbeiteten Materien nicht angegriffen werden können. Man setzt sie entweder über heiſsen Sand oder über eine Lampe, oder man verrichtet die Abdunstung auch wohl über freiem Kohlenfeuer.

5. Von der Destillation.

§. 69.

Wenn die zur tropfbaren Flüssigkeit in der Kälte verdichteten Dünste dasjenige ausmachen, welches als nutzbar dargestellt werden soll, so verrichtet man die Verdunstung in verschlossenen Räumen, dergestalt, daſs die davon aufsteigenden Dünste sich in einem vorgelegten Gefäſse verdichten und wieder in Tropfen zusammenflieſsen können. In diesem Falle wird die Ope-

ration eine Destillation oder Abtröpfelung (*Destillatio*) genannt.

§. 70.

Um die Destillation zu veranstalten, bringt man die derselben zu untersuchende Substanz entweder in eine Retorte (*Retorta*), (*Tab. I. Fig.* 17.), einem kugel- oder birnförmigen Gefäſse mit einem hornförmig gekrümmten Halse, mit ihrer Vorlage (*Excipulum*), legt die Retorte in ein Sandbad oder ein Wasserbad ein, verschlieſst die Fugen zwischen dem Halse der Retorte und dem der Vorlage mit einem schicklichen Klebwerke und verrichtet nun die Destillation bei gehöriger Direktion des Feuers. Die Destillation aus Retorten wird eine seitwärtsgehende (*Destillatio obliqua*) genannt. Oder man verrichtet die Destillation aus einem gläsernen Kolben (*Cucurbita*) (*Tab. I. Fig.* 18.) mit aufgesetztem Helm (*Alembicus*). Diese Art der Destillation wird die aufsteigende (*Destillatio per ascensum*) genannt. Man bedient sich derselben besonders bei sehr flüchtigen Materien, statt daſs die weniger flüchtigen aus Retorten destillirt werden.

Anmerkung. Die Retorten sind entweder blinde, oder sie sind tubulirte; die letztern haben über dem Bauche eine Oeffnung, die mit einem Stöpsel verschlossen werden kann, und werden Tubulat-Retorten genannt.

§. 71.

Arbeitet man mit kleinen Quantitäten, also auch mit kleinen Geräthschaften, so kann die Destillation über der freien Flamme einer Lampe veranstaltet werden; wozu man sich der dazu eingerichteten sogenannten Astrallampe

(*Tab. I. Fig*, 19.) mit vielem Vortheil bedienen kann. Arbeitet man hingegen mit gröſseren Massen, so bedient man sich des Sand- oder des Wasserbades. Das Sandbad (*Balneum arenae*) (*Tab. I. Fig.* 20.) bestehet in einer aus Eisen gegossenen oder aus Blech geschmiedeten halbkugelförmigen Geräthschaft, (einer Kapelle), die in einen Windofen eingemauert ist, dessen oberer Theil mit Zuglöchern versehen ist, die Register genannt werden, und mittelst Schiebern verschlossen und geöffnet werden können. Man nennt eine solche Vorrichtung einen Kapellofen. (*Tab. I. Fig.* 21.) Er hat seinen besondern Aschenheerd und seinen Feuerheerd. Um ihn zu gebrauchen, wird der Boden der Kapelle einen Zoll hoch mit Sand bedeckt, die Retorte oder der Kolben dann darauf gesetzt, und nun noch soviel Sand hinzu geschüttet, bis das Gefäſs von auſsen soweit mit Sand umgeben ist, als die Flüssigkeit im Innern steht. Setzt man hingegen das Destillirgeräth in einen Kessel mit Wasser umgeben, auf einen untergelegten Ring von Holz oder Stroh, so wird das Ganze ein Wasserbad (*Balneum maris*) genannt. Man bedient sich des Wasserbades zur Destillation solcher Flüssigkeiten, die keinen höhern Grad der Wärme erhalten sollen, als den, wobei das Wasser siedet.

§. 72.

Sollen sehr groſse Massen von Flüssigkeiten destillirt werden, so bedient man sich der Destillirblase (*Vesica destillatoria*) mit ihrem Hute oder Destillirhelm, von Kupfer, von Zinn oder von Eisen, und leitet die Dünste

durch ein gerades oder auch schlangenförmig gewundenes Kühlrohr, das in einem mit kaltem Wasser angefüllten Behälter, dem Kühlfafs (*Refrigeratorium*), placirt ist, in welchem die Verdichtung der Dünste zur tropfbaren Flüssigkeit bewirkt wird. In allen denjenigen Fällen, wo tropfbare Flüssigkeiten der Destillation unterworfen werden, wird die Operation Destillation auf dem nassen Wege (*Destillatio via humida*) genannt.

§. 73.

Man bedient sich der Destillation auf dem nassen Wege zu sehr verschiedenen Zwecken: 1) um flüchtige Materien von festen zu scheiden; 2) um flüchtige von weniger flüchtigen zu sondern; 3) um verschieden geartete Substanzen mit einander zu verbinden.

Beispiele.

a. Man fülle eine gläserne Retorte drei Viertel ihres Raums mit destillirtem Wasser, in welchem irgend ein Salz gelöst worden ist; lege eine Vorlage an und verrichte die Destillation so weit, bis nur noch der achte Theil der Flüssigkeit in der Retorte übrig bleibt. Das Destillat wird jetzt sehr reines Wasser seyn; der Rückstand wird dagegen die Salztheile enthalten.

b. Man fülle ein Gemenge von einem Theil koncentrirter Schwefelsäure und sechs Theilen Wasser in eine Retorte und unterwerfe die Flüssigkeit der Destillation; es wird reines Wasser in die Vorlage übergehen und die Säure wird in der Retorte verstärkt zurückbleiben. In diesem Fall wird die Destillation eine Koncentration (*Concentratio*) genannt.

c. Man fülle die Retorte mit Brannntwein an, und beginne die Destillation. Es wird ein starker

Weingeist in die Vorlage übergehen, und ein wässriges Fluidum (*Phlegma*) in der Retorte zurückbleiben. In diesem Fall wird die Destillation eine Rektifikation (*Rectificatio*) genannt.

d) Man bringe einen wohlriechenden Pflanzenstoff in die Retorte, übergieſse ihn mit Wasser oder Weingeist und verrichte die Destillation. Das Destillat wird sich mit den riechbaren Theilen der Substanz beladen und den Geruch und Geschmack derselben angenommen haben. In diesem Fall wird die Destillation eine Abziehung (*Abstractio*) genannt.

§. 74.

Auch an sich trockne Substanzen pflegt man zuweilen, ohne Zusatz einer tropfbaren Flüssigkeit, der Destillation zu unterwerfen. Man nennt dieses eine Destillation auf dem trocknen Wege (*Destillatio via sicca*). Hiebei erfolgt eigentlich eine Art von Ausbratung; die Grundmischungen der Körper werden wesentlich verändert, es werden neue Produkte gebildet. Dieses ist die älteste bekannte Art der Destillation. Man verrichtete sie in ältern Zeiten so, daſs die sich ausbratenden Theile niedersanken, daher sie auch absteigende Destillation (*Destillatio per descensum*) genannt wird. Um die trockne Destillation zu verrichten, bedient man sich Retorten von gegossenem Eisen oder von gebranntem Thon, die aber mit einem verschlieſsbaren Tubus versehen sind; und man verrichtet die Arbeit in einem Ofen, in welchem die Retorte in allen Punkten vom Feuer umgeben wird (einem Reverberirofen); oder die Retorte ist im Ofen eingemauert.

6. Von der Sublimation.

§. 75.

Werden an sich trockne, in der Wärme aber flüchtige Substanzen der Verflüchtigung unterworfen, so verdichten sich die aufsteigenden Dünste im kältern Raume wieder zu mehr oder weniger festen Massen. In diesem Fall wird der Prozeſs der Verflüchtigung eine Aufreibung oder Sublimation (*Sublimatio*) genannt. Das daraus hervorgehende Resultat wird ein sublimirter Körper (*Sublimatum*) genannt. In ältern Zeiten gab man ihm den Namen der chemischen Blumen (*Flores chemici*), wenn er von lockerer pulveriger Form war; daher der Name Schwefelblumen, womit der sublimirte Schwefel bezeichnet wird.

§. 76.

Um die Sublimation zu veranstalten, werden die zu sublimirenden Substanzen in einen langhalsigen gläsernen oder irdenen Kolben eingeschlossen, so daſs der innere Raum nur bis auf zwei Drittel damit angefüllet wird. Man setzt ihn in ein Sandbad, umschüttet ihn von auſsen bis an den Hals mit Sand, verschlieſst die Oeffnung des Halses mit einem nur locker passenden Stöpsel von Kreide, und heitzt nun den Ofen nach und nach, und unterhält zuletzt ein so starkes Feuer, daſs der ganze Bauch des Kolbens zum Glühen kommt, und so lange, bis keine Dünste sich mehr erheben. Nach beendigter Operation und nachdem alles erkaltet ist, findet sich der der Sublimation unterworfene Körper, als eine mehr oder weniger feste Masse, im obern Rau-

me des Kolbens und im Halse desselben, und kann nun herausgenommen werden.

Beispiel.

Man fülle einen gläsernen Kolben bis auf zwei Drittel seines Bauches mit gepülvertem Salmiak an und unterwerfe ihn der Sublimation im Sandbade. Nach Beendigung der Operation wird man den Boden des Kolbens leer, den Salmiak aber, im obern Theile und im Halse desselben, als eine feste krystallinische Masse sublimirt finden.

§. 77.

Der Erfolg der Sublimation ist gleichfalls auf eine cohärirende Lösung der zu sublimirenden Masse in der Wärme gegründet. Die damit in Cohäsion getretenen kleinsten Theilchen des Körpers werden in Dünsten verflüchtiget, welche, indem sie im oberen kalten Raume die sie ausdehnende Wärme wieder verlieren, nun wieder unter sich in Cohäsion treten, dann in die feste Form zurückgehen und als solche den sublimirten Körper darstellen.

§. 78.

Man verrichtet die Sublimation aus einer sehr verschiedenen Absicht: 1) um in der Hitze flüchtige, lockere Substanzen dadurch in eine feste Masse zu vereinigen; 2) um in der Wärme flüchtige Substanzen von damit gemengten feuerbeständigen zu trennen; 3) um flüchtige Substanzen mit an sich feuerbeständigen zu verbinden, in welchem letztern Fall der Erfolg eine Mitverflüchtigung (*Convolatilisatio*) genannt wird.

7. Von der Krystallisation.

§. 79.

Wenn die mit irgend einem schicklichen Lö-

sungsmittel in Lösung gesetzten festen Substanzen vor der Lösung eine regelmäſsige Gestaltung besaſsen, so gehen sie in dieselben zurück, wenn das Lösungsmittel davon entfernt wird. Man nennt diesen Erfolg Krystallbildung (*Crystallisatio*) und die daraus hervorgegangenen regelmäſsig gestalteten, geometrisch ausmeſsbaren Körper werden Krystalle (*Crystalli*) genannt. Die Bildung der Krystalle ist also in der gegenseitigen geregelten Anziehung der durch den Erfolg der Lösung von einander entfernt gehaltenen kleinsten Massentheilchen der Körper begründet. Körper, welche die Eigenschaft besitzen, sich regelmäſsig zu gestalten, werden krystallisirbare Körper genannt.

§. 80.

Das Wort Krystall (im Griechischen Κρυσταλλος) bezeichnet eigentlich Eis. Die ältern Naturkundiger sahen den Bergkrystall für gefrornes Wasser an und nannten ihn daher Krystall. In spätern Zeiten hat man die Eigenschaft aller Körper, sich regelmäſsig zu formen, Krystallisationsfähigkeit derselben genannt und daher auch das Streben der animalischen und der vegetabilischen Körper, nach regelmäſsiger Formbildung, von einer ihnen inhärirenden Krystallisationsfähigkeit abgeleitet. Ausschlieſslich bedient man sich des Ausdrucks aber nur bei den anorganischen Substanzen, den Salzen, den Erden, den Metallen, dem Schwefel u. s. w.

§. 81.

Sollen die kleinsten Massentheilchen eines Körpers im Stande seyn, sich regelmäſsig zu formen, so müssen sich selbige im Zustande einer

freien Beweglichkeit befinden; man giebt ihnen diese, indem man sie durch irgend eine Art der Lösung, in die tropfbarflüssige oder die Dunstform versetzt. So lange der Körper in seinem Lösungsmittel gelöst ist, stehen die Massentheilchen desselben mit denen des Lösungsmittels in gröſserer Cohäsion als unter sich; und ihre gegenseitige Anziehung wird in dem Grade vermindert, als sie durch die groſse Masse des dazwischen stehenden Lösungsmittels von einander entfernt gehalten werden. Sie ziehen sich aber unter einander wieder an, nach dem Verhältniſs, daſs die Theile des Lösungsmittels sich entfernen, und der Erfolg ist dann die Bildung der Krystalle.

Beispiele.

a. Man löse einen Theil gepulverten Salpeter in acht Theilen reinem Wasser auf; er wird in liquider Form erscheinen und sein Daseyn kann nur durch den Geschmack in der Lösung wahrgenommen werden. Man lasse die Wassertheilchen in gelinder Wärme nach und nach abdunsten, so wird der Salpeter in säulenförmigen Krystallen sich aussondern.

b. Man schmelze gepulvertes Wismuthmetall in Feuer. Wenn die geschmolzene Masse erkaltet, d. i. nach dem Verhältniſs, daſs die Wärme, die hier das Lösungsmittel ausmachte, sich entfernt, wird das vorher flüssige Metall in eine krystallinische Form übergehen.

c. Man erhitze Jodine in einem leicht verstopften Gläschen. Sie wird sich bald in Dünste lösen, welche im kältern Raume nun zu Krystallen erstarren.

§. 82.

Die Salze und viele andere im reinen Wasser lösbaren Körper nehmen während ihrer Krystallbildung eine gröſsere oder geringere Masse

des Wassers in sich, das sie zum festen Körper verwandeln. Man nennet dieses das Krystallisationswasser derselben. Von seinem Daseyn sind die Härte, der Glanz und die Durchsichtigkeit der gebildeten Krystalle abhängig. Setzt man dergleichen Krystalle der warmen Luft unter einer gläsernen Glocke aus, so entfernt sich nach und nach das Krystallwasser in Dünsten, die sich an den innern Wänden der Glocke verdichten; das Salz verliert seinen Zusammenhang, seine Durchsichtigkeit und seinen Glanz, es zerfällt in Pulver, das weniger wiegt, als das krystallisirte Salz wog.

Beispiel.

Man bringe eine abgewogene Quantität krystallisirtes Glaubersalz unter eine gläserne Glocke und setze solche der Einwirkung der warmen Luft aus. Ihre innern Wände werden nach und nach mit Dunst beschlagen, das Glaubersalz wird zerfallen und das Zerfallene wiegt weniger als vorher.

§. 83.

Man kann die Krystallisation des in Lösung sich befindenden Körpers begünstigen, wenn man den sich aussondernden Krystallen eine Basis oder einen Kern darbietet. Daher pflegt man in den Zuckersiedereien die Gefäſse, worin der Kandiszucker krystallisirt, mit Zwirnsfäden zu durchziehen; oder man legt die Geräthe, worin Salzlösungen krystallisiren sollen, mit hölzernen Stäben aus, um ihre Ausscheidung zu befördern. Auf gleiche Weise kann die Krystallisation einer Salzlösung dadurch begünstiget werden, daſs man einen Krystall von demselben Salze darin aufhängt, welches daraus sich abscheiden soll. Sind zwei

verschiedene Salze gemengt in der Lösung enthalten, so scheidet sich dasjenige zuerst aus, das mit dem hineingebrachten Krystall gleichartig ist.

§. 84.

Einen merkwürdigen Einfluſs auf die Krystallisation der Salze haben das Licht und die Luft. Ohne Mitwirkung des Lichtes erfolgt eine Ausscheidung der Krystalle aus ihren Lösungen nur schwer; sie wird durch die Einwirkung des Lichtes begünstiget, und wenn sie in Gefäſsen veranstaltet wird, die den Zugang des Lichtes nur auf einer Seite gestatten, so siehet man an dieser die Krystallbildung zuerst vorgehen. Daſs die Einwirkung der Luft die Krystallisation der Salze aus ihrer Lösung begünstiget, scheint wohl allein seinen Grund in der dadurch erregten Bewegung der Flüssigkeit zu haben.

§. 85.

Betrachten wir die Form der krystallisirten Körper genau, besonders die Krystalle der Salze, so zeigen solche eine groſse Verschiedenheit. So bildet die schwefelsaure Talkerde eine vierseitige Säule; der Salpeter eine sechsseitige Säule, das Küchensalz einen Würfel. Rome de Lisle (in dessen Krystallographie) war der erste, welcher diese Verschiedenheit der Krystallform einem ursprünglichen Kern in denselben zuschrieb. Jahn fand, daſs, wenn ein Stück Kalkspath sorgfältig gebrochen werde, alle seine kleinen Theile die Gestalt eines Rhombus besitzen. Torbern Bergmann (in dessen *Opuscul. physic. et chem. Vol. II. pag.* 300) setzte eine solche Grundlage

in allen krystallisirten Körpern voraus. Hauy (in dessen *Traité élémentaire de Minéralogie, Paris* 1801) fand nicht nur jene Voraussetzung gegründet, sondern führte sie auch weiter aus und machte daraus ein eigenes System der Krystallographie. Das Wesentlichste des Hauy'schen Krystallisationssystems ist im Folgenden begründet.

§. 86.

Wenn gewisse Steine (z. B. Edelsteine) geschnitten oder geschliffen werden sollen, so findet sich, dafs sie nur dann glatte Flächen darbieten, wenn sie nach einerlei Richtung getheilt werden; im gegenseitigen Fall ist der Bruch unregelmäfsig und ungleich; und solches findet bei allen krystallisirten Körpern Statt.

Beispiele.

a. Man versuche, einen Würfel von Flufsspath durch eine Messerklinge und mit Hülfe eines Hammers zu spalten. Man wird finden, dafs solches nur unter der Richtung eines rechten Winkels von statten gehet. Verfolgt man die Theilung in dieser Richtung, so entsteht ein Achteck.

b. Man spalte einen sechsseitigen Krystall, so findet man, dafs von den sechs Kanten der obern Fläche nur drei abwechselnd dem Schlage nachgeben, und die Theilung findet unter einer schiefen Fläche, unter einem Winkel von 45 Graden, Statt.

c. Zerschneidet man die untern Flächen des Krystalls, so geben nur die Zwischenspalten nach. Setzt man die Zertheilung in derselben Richtung fort, so erhält man endlich ein abgestumpftes Rhomboid.

§. 87.

Auf solche Weise gelangt man zur ursprünglichen Form des Kalkspaths, und von welcher

secundären Form sie auch jemals erhalten wird, so ist sie doch allemal ein Rhomboid mit stumpfen Winkeln von 105°, 5′. Ein abgestumpftes Rhomboid ist zwar auch die ursprüngliche Form des Perlspats, des Eisenspats und des Tourmalins; hier wird aber der Unterschied durch die Neigung der Fläche bestimmt: denn der ursprüngliche Winkel des Perlspats ist 106°, 5′, der des Eisenspats oder des spätigen Eisensteins 107°, 5′; und der des Tourmalins 113°, 10′.

Um die Winkel der Krystalle mit Genauigkeit ausmessen zu können, bedient man sich des Goniometer, und zwar des einfachen von Hauy und des reflektirenden von Wollaston.

§. 88.

Hauy setzt sechs ursprüngliche oder primitive Formen der Krystalle fest; diese sind folgende:

1) das Parallelepipedum, wozu der Würfel, der Rhombus und alle Solida gehören, die von sechs Flächen eingeschlossen werden, von welchen allemal zwei parallel sind.
2) das regelmäſsige Tetraedrum.
3) das Octaedrum.
4) das sechsseitige Prisma.
5) das Dodecaedrum oder rautenförmige Zwölfeck, mit gleichen oder ähnlichen Rautenflächen.
6) das Dodecaedrum mit dreiseitigen gleichschenklichen Flächen.

§. 89.

Jene sechs ursprünglichen Krystallformen lassen sich, durch eine fortgesetzte weitere mechanische Zertheilung, zuletzt auf drei Integral-Elemente zurückführen, nämlich:

1) das Parallelepipedum, oder den einfachsten festen Körper mit sechs Oberflächen, von welchen zwei und zwei parallel sind.
2) das dreieckige einfache Prisma, welches durch fünf Oberflächen begränzt ist.
3) das Tetraedrum oder die einfache Pyramide, welche auf vier Oberflächen beschränkt ist.

§. 90.

Wenn an den verschiedenen Kanten und Winkeln der primitiven Formen eine Verminderung der Theilchen Statt findet, so gehet daraus die secundaire Form der Krystalle hervor.

a) So wird ein Würfel, der auf jeder seiner sechs Flächen eine Reihe von Schichten sich vermindernder Würfeltheilchen besitzt, zu einem Dodecaeder, wenn die Verminderung an den Kanten Statt findet.
b) Derselbe Würfel wird aber in ein Octaedrum umgewandelt, wenn die Neigung an den Winkeln erfolgt.
c) Durch die unregelmäſsige zwischen durchlaufende und vermischte Verminderung der Theile an den Kanten und den Winkeln, kann eine unendliche Verschiedenheit von secundairen Formen der Krystalle hervorgehen.

§. 91.

Indessen bieten sich oft Eigenschaften dar, die durch Hauy's Krystallisations-Theorie nicht

vollkommen erklärt werden können: denn ein Scheibchen Flusspat, welches man durch zwei auf einander folgende Parallelschnitte erhält, läſst sich in spitze Rhomben theilen. Dieses ist aber nicht die primitive Form des Fluſsspats, weil man durch die Hinwegnahme eines Tetraeders von zwei Enden des Rhomboids ein Achteck erhält. Da indessen die ganze Masse des Fluſsspats in Vier- und Achtecke getheilt werden kann: so fragt sich, welche von diesen Formen die primitive genannt werden muſs?

§. 92.

Wollaston (*Philosophical Transactions* 1813), schlägt daher vor, die primitive Form als Kugeln zu betrachten, welche durch wechselseitige Anziehung eine solche Anordnung angenommen haben, die sie einander so nahe als möglich bringt.

Beispiele.

a) Werden eine Anzahl gleichförmiger Kugeln auf eine und dieselbe Fläche zusammengedrückt, so bilden sie mit einander gleichförmige Dreiecke.

b) Kittet man so geordnete Kugeln zusammen und bricht sie dann entzwei, so bilden die geraden Linien, in welche sie sich zu trennen geneigt sind, mit einander Winkel von 60 Grad.

c) Wird an irgend einer Stelle eine einzelne Kugel auf diese Schicht gelegt, so daſs sie die drei niedriger liegenden Kugeln berührt, so werden die sich berührenden Oberflächen ein regelmäſsiges Tetraeder einschlieſsen.

d) Ein von vier Kugeln gebildetes Viereck, auf dessen Mitte eine einzelne Kugel gelegt wird, die jede Oberfläche berührt, muſs ein Achteck bilden.

e) Werden diesem Achteck auf dem entgegen-

gesetz-

gesetzten Seiten zwei andere Kugeln beigefügt, so wird die Hälfte ein abgestumpftes Rhomboid darstellen.

§. 93.

Auf solche Weise wird, indem man eine Kugel als das letztere Theilchen annimmt, die gedachte Schwierigkeit wegen der primitiven Form des Flufsspats gehoben. Eine Bestätigung der Wollastonschen Ansicht hat Daniell (s. *Quarterly Journal of Science and the Arts. Vol. I.*) gegeben. Wenn man nämlich ein unförmliches Stück Alaun in Wasser legt und ruhig sich lösen läfst, so bemerkt man, nach der Zeit von einigen Wochen, dafs das Wasser sehr ungleich darauf gewirkt hat; das Salzstück stellt nun die Gestalt von Achtecken und Schnitten von Achtecken dar, als wenn sie auf der Oberfläche eingestochen oder eingedrückt wären. Jenes Phänomen wird dadurch veranlasset, dafs die Anziehung des Wassers gegen den festen Körper in einem genauen Gleichgewicht erhalten wird. Aehnliche Veränderungen werden durch die Einwirkung der Säuren etc. hervorgebracht.

§. 94.

Doktor Mitscherlich (s. Abhandlung der königl. Akademie der Wissenschaften in Berlin, vom J. 1818 — 1819. Berlin 1820. S. 427.) hat gezeigt, dafs mehrere Körper, die in ihrer Grundmischung wesentlich verschieden sind, in der Form der Krystalle völlig mit einander übereinkommen. In so fern aber Hauy annimmt, dafs die Grundform der Krystalle zugleich in der chemischen Grundmischung der Körper begründet sey, wird sein System eine grofse Einschränkung

erleiden, wenn Mitscherlich's Beobachtungen sich bestätigen sollten.

Zweite Abtheilung.

Von der mechanischen Operation.

§. 95.

Mechanische Operationen (*Operationes mechanicae*) werden diejenigen Bearbeitungen der Körper genannt, welche blofs eine mechanische Zertheilung derselben zum Zweck haben, ohne dafs eine Veränderung in ihrer Grundmischung dadurch veranlasset wird. Sie dienen in den meisten Fällen nur als Vorbereitungsmittel der Körper für die chemische Bearbeitung derselben. Es gehören zu den mechanischen Operationen; 1) das Zerstofsen; 2) das Zerreiben; 3) das Feilen; 4) das Körnen; 5) das Schlämmen; 6) das Filtriren; 7) das Auspressen; 8) das Mengen.

1. Das Zerstofsen.

§. 96.

Um das Zerstofsen der Körper zu veranstalten, werden selbige in einem dazu bestimmten Mörser (*Mortarius*) zerstampft. Da es hierbei auf eine Aufhebung des physischen Zusammenhanges zwischen ihren Massentheilchen ankommt, welcher nicht bei allen Körpern gleich grofs ist, so folgt daraus, dafs der Mörser, in welchem ein Körper zerstofsen werden soll, aus einem Material angefertigt seyn mufs, welches eine gröfsere Cohäsion zwischen dem Zusammenhange seiner kleinsten Massentheilchen behauptet, als der darin

zu zerstoſsende Körper: so kann zwar ein Salz in einem Mörser von Holz oder von Stein zerstoſsen werden, keinesweges aber umgekehrt Holz oder Stein in einem Mörser von Salz.

§. 97.

Um sehr harte Substanzen zu zerstoſsen, wie z. B. kieselhaltige Fossilien etc., werden Mörser von gehärtetem Stahl dazu erfordert. Körper, welche weniger hart als Eisen sind, können in gegossenen eisernen Mörsern zerkleinert werden. Mörser von Messing sind zum Gebrauch in der Chemie nicht zu empfehlen, weil das Messing zu weich ist, als daſs sich nicht Theile von selbigem losreiſsen sollten. Salzige Substanzen, die zerstoſsen werden sollen, müssen in Mörsern von Marmor oder von Porphyr zerkleinert werden, weil metallene Mörser leicht von den Salzen angegriffen werden können. Sehr harte Substanzen, z. B. Kiesel etc., pflegt man vorher in einem Gefäſs auszuglühen, um sie mürber zu machen, und dadurch die Zerkleinerung derselben zu befördern.

Wird dieses Zerstoſsen mittelst Stampfmühlen veranstaltet, so nennt man es Pochen oder Puchen; und dergleichen Anstalten werden Poch- oder Puchwerke genannt. Man bedient sich ihrer vorzüglich bei Arbeiten solcher Art im Groſsen, auf Hütten.

§. 98.

Um die zarten Theile der zerstampften Substanzen von den gröbern zu trennen, werden sie durch Siebe geschlagen. Diese sind entwe-

der aus Pferdehaaren geflochten, oder sie bestehen aus seidenem Flor, je nachdem das Pulver fein oder gröber ausfallen soll. Je zarter das Pulver ist, um so gröfser ist wieder die Kraft, mit welcher die chemischen Potenzen darauf wirken können, welche durch die Zahl ihrer Berührungspunkte mit selbigen vermehrt wird.

2. Das Zerreiben.

§. 99.

Körper, welche durch das Zerstofsen und Sieben noch nicht zart genug gemacht werden können, müssen noch zerrieben werden. Man bedient sich dazu der Reibemörser oder Reibeschaalen aus irgend einem dazu geschickten Material verfertigt: aus Stahl, aus Hornstein, aus Achat, aus Porphyr, aus Porzellan, aus Wedgwoodscher Masse, und aus Marmor; mit den dazu aus gleichen Materialien angefertigten Reibekeulen. Metallsubstanzen, so wie sehr harte kieselhaltige Fossilien, müssen in stählernen Reibeschaalen zerrieben werden; noch besser in Schaalen von Hornstein oder Achat. Weniger harte Pulver werden in Reibeschaalen von Porphyr oder auch auf Platten von Porphyr zerrieben. Noch weichere können in Reibeschaalen von Porzellan, von Sanitätsgut oder von Marmor zerrieben werden.

§. 100.

Um das Zerreiben (*Levigare*) zu begünstigen und das Verstäuben zu verhüten, setzt man beim Zerreiben etwas reines Wasser zu, damit ein Brei gebildet wird. Man

reibt nun die Substanzen so lange, bis alles in ein zwischen den Fingern unfühlbares Pulver umgewandelt worden ist. Man trocknet die zerriebenen Substanzen und unterwirft sie nun der fernern Behandlung.

3. Das Feilen und Raspeln.

§. 101.

Metalle und andere Körper, die wegen ihrer Zähigkeit nicht leicht zerrieben werden können, pflegt man zu raspeln oder zu feilen; z. B. Eisen, Zinn, Blei, verschiedene Hölzer etc. Man spannt sie zu dem Behuf in einen Schraubestock ein und fährt mit der aus gehärtetem Stahl angefertigten, mehr oder weniger fein gehauenen Feile oder Raspel, indem man sie mit einer oder mit beiden Händen mäfsig andrückt, darüber hinweg. Man schlägt dann das Gefeilte durch Siebe hindurch, bis solches zart genug geworden ist. Man feilt oder raspelt dergleichen Metalle, um solche zur Auflösung in den Säuren vorzubereiten. Man raspelt Hölzer, um sie zum Extrahiren vorzubereiten.

4. Das Körnen.

§. 102.

Metalle, welche nur in einem gröblich zerkleinerten Zustande dargestellt werden sollen, um sie dadurch zur Auflösung in den Säuren vorzubereiten, wie Zink, Zinn, Blei etc., werden gekörnet. Zu dem Behuf werden sie vorher geschmolzen, dann aber in eine hölzerne Büchse ausgegossen (die Körnbüchse) und

darin stark geschüttelt, wodurch ihre kleinen Massentheilchen während dem Erstarren getrennet werden. Um diese Trennung zu begünstigen, setzt man auch wohl etwas gepülverte Kreide zu, die nachher, durch eine schwache Säure, wieder hinweggenommen werden kann. Man nennt solches die Körnung (*Granulatio*) der Metalle.

In manchen Fällen wird aber auch das Körnen veranstaltet, um gewissen Substanzen dadurch die Gestalt runder Körner zu geben. So wird das Schieſspulver gekörnt, und das Blei, um es in Bleischrot zu verwandeln.

5. Das Schlämmen.

§. 103.

Das Schlämmen ist eine mechanische Operation, wodurch man leichte, im Wasser schwimmende, von schwerern darin niedersinkenden Materien zu trennen pflegt. Man rührt die zu dem Behuf vorher zerstampften und gesiebten, oder zerriebenen Substanzen in einem Gefäſse mit Wasser an, läſst die schweren Theile sich lagern und gieſst nun die im Wasser schwimmenden ab. Man nennt diese letzte Operation das Decantiren. Man gewinnt durch das Schlämmen, wenn die geschlämmten Materien hierauf getrocknet werden, solche in der zartesten Gestalt.

So trennt man durch das Schlämmen den Thon vom Sande. So schlämmt man auf Hüttenwerken die rohen gepochten und gesiebten Erze auf den dazu bestimmten Schlämmwerken, um die schwerern Erztheile von den Theilen der leichtern Bergart zu scheiden.

6. Das Filtriren.

§. 104.

Das Filtriren (*Filtrare*) ist eine mechanische Operation, welche den Zweck hat, feste nicht gelöste Materien von der damit gemengten tropfbaren Flüssigkeit zu scheiden, wenn sie so leicht sind, daſs sie sich durch Absetzen nicht wohl von der Flüssigkeit trennen lassen. Man erreicht diesen Zweck, wenn man jene Substanzen durch ein Mittel hindurch leitet, dessen Zwischenräume so fein sind, daſs sie nur allein den tropfbaren Theilen einen Durchgang gestatten, die festen Theile hingegen zurückhalten.

§. 105.

Je nachdem der Zweck verschieden ist, verrichtet man auch das Filtriren auf einem verschiedenen Wege. Mit Wasser gemachte Abkochungen gieſst man durch mehr oder weniger feste Leinwand, die man vorher über einen viereckigen, in der Ecke mit hervorragenden Stiften versehenen hölzernen Rahmen, einen Tenakel (*Tenaculum*) ausspannt, in ein untergesetztes Gefäſs; man nennt solches das Durchseihen oder Durchgieſsen. Syrupe und andere dickgekochte Flüssigkeiten werden durch Flanell oder Molton geseihet. Scharfe Säuren filtrirt man, indem man sie durch reinen eisenfreien Sand oder gestoſsenes Glas hindurchgehen läſst, die vorher in einen Trichter von Glas mit sehr engem Abzugsrohre gebracht worden sind. Alle übrige, wässrige, spirituöse und salzige Flüssigkeiten werden am besten durch ein weiſses nicht geleimtes Druckpapier filtrirt.

§. 106.

Um das Filtriren durch Druckpapier zu veranstalten, legt man solches in der Gestalt einer kegelförmigen Tute zusammen, welche ein Filter *(Filtrum)* genannt wird. Man hängt solches in einen an den Seitenwänden, so wie in der Spitze, durchlöcherten Trichter von Porzellan, oder in einen an der Spitze abgeschnittenen Trichter von Glas, den man mittelst eines durchlöcherten Brets, oder einer Glastafel, über dem Gefäſse placirt, welches das filtrirte Fluidum aufnehmen soll. Um das Anlegen des Papiers an die innern Wände des Trichters zu vermindern, hängt man drei oder vier, am obern Ende heberförmig gebogene, dünne Glasstäbe in den Trichter. Auf solche Weise kann man auch die feinsten pulevrigen Theile von der damit gemengten Flüssigkeit trennen.

7. Das Auspressen.

§. 107.

Materien, die aus liquiden und aus trocknen Substanzen gemengt sind und durch das Filtriren nicht leicht getrennt werden können, pflegt man auszupressen. So scheidet man die fetten Oele aus den zerkleinerten Samen und Früchten, in welchen sie enthalten sind, durch den Weg der Auspressung. So scheidet man auf gleiche Weise die Säfte frisch gestampfter Vegetabilien; und so presset man auch mit Feuchtigkeit gemengte Materien aus, die getrocknet werden sollen, um sie schneller von der anhängenden Feuchtigkeit zu befreien und das Austrocknen derselben zu begünstigen.

§. 108.

Um das Auspressen zu veranstalten, bedient man sich: *a*) entweder der gemeinen Schraubenpresse, oder *b*) der Realschen Presse; oder *c*) der Romershausenschen sogenannten Luftpresse. Die Geräthe, in welchen das Auspressen veranstaltet wird, müssen von einem solchen Material angefertigt seyn, welches von der darin ausgepreſsten Substanz nicht angegriffen werden kann, z. B. von Zinn, Eisen, Kupfer oder Platin. Man bringt die Substanzen, welche ausgepresset werden sollen, wenn man sich dazu der Pressen bedient, in einen Beutel von Haartuch oder von Leinwand, nachdem sie von der ausdrückbaren Flüssigkeit durch das Ausdrücken getrennt worden sind, legt diesen zugebunden in das Preſsgefäſs, setzt den Deckel darauf und fährt mit dem Auspressen bei nach und nach verstärktem Drucke fort.

a) Bei der Realschen Presse geschiehet dieses Pressen durch den Druck einer Wassersäule.

b) Bei der Romershausenschen Presse durch den Druck der Luft.

8. Das Mengen.

§. 109.

Wenn zwei oder mehrere verschieden geartete Körper, die keine chemische Wechselwirkung auf einander ausüben, im vorher zerkleinerten Zustande, mit einander zusammengerieben werden, so nennt man dieses eine Mengung. Hierdurch unterscheidet sich die Mengung von der Mischung, bei welcher die he-

terogenen Substanzen sich einander chemisch durchdringen und ein neues homogenes Produkt daraus hervorgehen lassen. Man bedient sich der Mengung öfters da, wo das Gemenge vorher in den Zustand der Mischung übergeführt werden soll. So mengt man Kupfer und Zink, und erhält daraus, wenn das Gemenge geschmolzen wird, Messing, etc.

Dritte Abtheilung.

Von den chemischen Operationen.

§. 110.

Alle diejenigen Beschäftigungen in der Chemie, wobei die Körper, welche man den Bearbeitungen unterwirft, irgend eine Veränderung der Grundmischung erleiden, sie mag in einer vorgegangenen Scheidung oder einer Mischung begründet seyn, werden chemische Operationen oder Vorrichtungen (*Operationes chemicae*) genannt. Sie unterscheiden sich also hinreichend von den physischen Operationen, bei welchen die Körper keine Veränderung der Grundmischung erleiden; so wie von den mechanischen, wobei sie entweder nur zerstückelt oder mechanisch gemengt werden.

§. 111.

Alle wahre chemische Operationen beruhen entweder auf einer Entmischung (*Analysis*), oder einer Mischung (*Synthesis*), oder beide kommen zugleich ins Spiel. Aber die Art und Weise, wie die Operation veranstaltet wird, die Cautelen, welche zur zweckmäſsigen Ausübung derselben beobachtet werden müssen, bestimmen den sie

bezeichnenden eignen Namen derselben. Alle uns bekannte wahre chemische Operationen können unter sechs Abtheilungen gebracht werden. Diese sind: 1. das Auflösen; die Fällung oder Niederschlagung; 3. die Oxydation; 4. die Reduktion; 5. die Kalcination und 6. die Gasentwicklung. Um sie zweckmäſsig auszuüben, müssen bei einigen die Lösung, die Auslaugung, die Destillation, die Schmelzung und die Sublimation, welche ihrer wahren Natur nach zu den physischen Operationen gehören, mit zu Hülfe genommen werden.

1. Von der Auflösung.

§. 112.

Wenn zwei heterogene Materien, indem sie sich berühren, dergestalt einander durchdringen, daſs sie vor unsern Augen verschwinden und ein neues homogenes Wesen (ein chemisches Produkt §. 14.) daraus hervorgehet, so nennt man solches Auflösen (*Dissolvere*) und das daraus hervorgehende Produkt wird eine Auflösung (*Dissolutio*) genannt. In dem Produkte einer chemischen Auflösung können die sich gegenseitig aufgelösten Substanzen weder durch den Geruch noch durch den Geschmack mehr wahrgenommen werden, wohl aber erkennt man ihr Daseyn aus der eigenthümlichen Form und den anderweitigen Qualitäten des neuen Produkts. Hiernach ist der Erfolg einer chemischen Auflösung von dem einer physischen Lösung wesentlich verschieden.

Beispiel.

Man trage trocknes Kali in Salpetersäure, es

wird sich damit verbinden und zulezt wird die Flüssigkeit Salpeter enthalten, der aus jenen Theilen erzeugt worden ist.

§. 113.

Wenn zwei heterogene Materien mit einander in gegenseitige chemische Auflösung treten sollen, so müssen ihre Massentheilchen sich in einem beweglichen Zustande befinden, d. i. es müssen entweder beide Theile, oder wenigstens einer derselben flüssig seyn; im gegenseitigen Fall gehen sie bloſs eine mechanische Mengung, keinesweges eine chemische Auflösung ein.

Beispiel.

Man reibe gleiche Theile kohlenstoffsaures Natron und krystallinische Weinsäure zusammen; sie werden ein mechanisches Gemenge bilden. Man setze reines Wasser hinzu, und sie werden auf einander wirken, sich chemisch durchdringen, ihre vorige Natur ablegen und ein neues Produkt (weinsaures Natron) wird erzeugt seyn.

§. 114.

Wenn zwei heterogene Materien mit einander in Verbindung treten, so denkt man sich die eine passiv und nennt sie das Aufzulösende (*Corpus dissolvendum*); die zweite hingegen denkt man sich activ und nennt sie das Auflösungsmittel (*Menstruum*, *Dissolvens*). Solches ist aber bloſs eine figürliche Vorstellung; denn die Kraft, mit welcher sie sich während des Erfolgs der Auflösung durchdringen, ist eine wechselseitig wirkende; sie behaupten also eine gegenseitige Activität.

§. 115.

Man unterscheidet Erfolge der Auflösung

auf dem nassen und auf dem trocknen Wege, je nachdem entweder der eine von den sich auflösenden Körpern eine liquide Form besitzt, oder beide eine trockne Form behaupten; im letzten Fall müssen sie der Einwirkung der Hitze unterworfen, d. i. sie müssen zusammen geschmolzen werden. Hier ist es also die Wärme, welche die Materien löset und sie in die flüssige Form versetzt, in welcher sie nun ihre chemische Activität gegen einander ausüben und sich gegenseitig auflösen können.

Beispiele.

a. Der Erfolg des chemischen Durchdringens zwischen einer liquiden Säure und einem im Wasser gelösten Alkali, ist ein Erfolg der chemischen Auflösung auf dem nassen Wege (*Dissolutio via humida*).

b. Der Erfolg der chemischen Durchdringung zwischen einer liquiden Säure und einer trocknen Erde, wird gleichfalls eine Auflösung auf dem nassen Wege genannt.

c. Werden Zinn und Schwefel im Feuer zusammen geschmolzen, so durchdringen sich solche chemisch, und es geht daraus geschwefeltes Zinn hervor; dies ist ein Erfolg der Auflösung auf dem trocknen Wege (*Dissolutio via sicca*).

§. 116.

Wenn zwei heterogene Substanzen mit einander in chemische Auflösung treten, so beobachten sie bestimmte quantitative Verhältnisse zu einander, die nicht leicht überschritten werden können. Hat das Auflösungsmittel von dem darin aufzulösenden Körper so viel in sich genommen, als es aufzunehmen vermögend war, so bleibt der übrige Theil unangegriffen zurück,

und man sagt: das Auflösungsmittel sey durch den aufzulösenden Körper gesättigt worden. Die Auflösung wird nun eine gesättigte (*Dissolutio saturata*) genannt.

Beispiel.

Man übergieſse Marmor in einem gläsernen Gefäſse mit verdünnter Salpetersäure. Sie wird ihn auflösen; endlich wird, wenn Marmor genug vorhanden war, die Wirkung des Auflösens verschwinden, und die gebildete Auflösung wird keine Spur von freier Säure mehr wahrnehmen lassen. Sie hat sich also bis zur Sättigung mit den Theilen des Marmors verbunden.

§. 117.

Wenn zwei heterogene Materien (z. B. ein Alkali und eine Säure) in einem solchen Verhältniſs sich durchdrungen haben, daſs ein neues Produkt daraus hervorgegangen ist, in welchem die vorigen Qualitäten der dazu genommenen Theile gegenseitig vernichtet worden sind, so wird das Produkt ein neutrales genannt, und man sagt die mit einander in Auflösung getretenen Theile behaupteten Neutralität gegen einander.

2. Von der Fällung.

§. 118.

Mit dem Namen Fällung oder Niederschlagung (*Praecipitatio*) wird eine chemische Operation bezeichnet, bei welcher das Produkt einer Auflösung zersetzt und zugleich eine neue Auflösung veranlasset wird. Man erzielet den Erfolg einer Fällung der Präzipitation, wenn dem Produkte der aus zweien heterogenen Substanzen gebildeten Auflösung

ein Stoff zugesetzt wird, dessen mischende Kraft zu einem oder dem andern der mit einander verbundenen Theile gröſser ist, als die gegenseitige zwischen beiden war; in welchem Falle der eine Theil ausgeschieden wird.

Beispiele.

a. Man setze zu einer mit Wasser gemachten Lösung von Bittersalz (einer Verbindung von Schwefelsäure und Talkerde) eine mit Wasser gemachte Lösung von Kali. Das Kali wird sich mit der Schwefelsäure verbinden und schwefelsaures Kali erzeugen, das in der Flüssigkeit gelöst bleibt; die Talkerde wird dagegen, in Form einer weiſsen Substanz, ausgeschieden werden.

b. Man setze zu einer Auflösung von Kalk in Salpetersäure, Schwefelsäure; sie wird sich mit dem Kalk verbinden und als schwefelsaurer Kalk (Gyps) zu Boden fallen; die Salpetersäure wird dagegen, im flüssigen Zustande, in der übrigen Flüssigkeit zurückbleiben.

§. 119.

Die auf solche Weise durch die Ausscheidung oder durch die neue Erzeugung dargestellten Substanzen werden Niederschläge (*Praecipitata*) genannt; sonst nannte man sie auch Meisterpulver (*Magisteria*), wenn sie zu Boden fielen, und Rahm (*Cremor*), wenn sie nach der Ausscheidung auf der Flüssigkeit oben aufschwammen. Sie werden nach vollendeter Präzipitation mit Wasser ausgesüſst (§. 46. c.) und hierauf getrocknet.

§. 120

Man gewinnt dergleichen Niederschläge, wenn die mit Säuren gemachten Auflösungen der Erden

und der Metalle, mit in Wasser gelösten Alkalien versetzt werden; oder wenn man den durch Hülfe alkalischer Substanzen in mit Wasser gelösten Materien Säuren zusetzt; ja man benutzt oft den Weg der Präzipitation, um Verbindungen zu veranlassen, die nicht leicht auf einem andern Wege würden bewirkt werden können, z. B. die Verbindung der Blausäure mit dem Kupfer und dem Eisen etc.

§. 121.

Um die gebildeten Niederschläge recht zart und locker zu erhalten, müssen vorher sowohl die Auflösung als das Präzipitationsmittel mit Wasser gehörig verdünnet werden. Damit die zu präzipitirende Auflösung vollkommen zersetzt werde, muſs von dem Präzipitationsmittel derselben so viel zugesetzt werden, bis zwischen ihm und dem Auflösungsmittel Neutralität herbeigeführt wird. Man muſs sich aber hüten, von selbigem zu viel zuzusetzen, weil solches sonst leicht auf den gebildeten Niederschlag auflösend zurückwirken kann.

§. 122.

Man nennt die Präzipitation eine sichtbare, wenn der gebildete Niederschlag sichtbar zu Boden fällt; eine unsichtbare wird sie genannt, wenn der niedergeschlagene Theil, vermöge seiner leichten Lösbarkeit, unsichtbar in der Flüssigkeit gelöst bleibt.

Beispiel.

Eine mit Wasser gemachte Lösung von Glaubersalz (schwefelsaurem Natron), mit einer Lösung von Kali versetzt, bildet keinen sichtbaren Niederschlag, und dennoch hat sich das Kali mit der

Säure

Säure des Glaubersalzes verbunden, und das Natron ist ausgeschieden worden.

3. Von der Oxydation.

§. 123.

Wenn chemisch einfache oder auch chemisch gemischte Substanzen Gelegenheit finden, sich mit Sauerstoff zu verbinden, und die Masse desselben nicht hinreichend ist, solche in den Zustand einer Säure überzuführen: so entstehet in dem Produkte der daraus hervorgegangenen Mischung ein Mittelding, zwischen dem vorigen Körper und einer Säure. Man nennt den Erfolg einer solchen Verbindung eine Oxydation (*Oxydatio*), und das daraus hervorgegangene Produkt wird ein Oxyd (*Oxydum*) genannt. Je nachdem der zu oxydirende Stoff ein mineralischer, ein vegetabilischer oder ein animalischer war, werden auch die daraus hervorgehenden Oxyde in mineralische, in vegetabilische und in animalische unterschieden.

§. 124.

Dergleichen Oxyde kommen entweder schon natürlich gebildet im Weltraume vor; oder sie können durch den Weg der Kunst erzeugt werden.

Beispiele.

a. Zu den natürlichen mineralischen Oxyden gehören alle Alkalien, alle Erden und sehr viele der natürlich gebildeten Metalloxyde.

b. Zu den natürlichen vegetabilischen Oxyden gehören: der Zucker, das Gummi, das Amylon, der Pflanzenschleim, die Harze etc.

c. Zu den natürlichen animalischen Oxyden gehören: die Gallerte, das Eiweiſs, der Gallenstoff, der Faserstoff etc.

d. Zu den durch die Kunst erzeugten Oxyden gehören alle diejenigen, welche durch den Weg der Kunst, aus der Vereinigung oxydirbarer Substanzen mit dem Sauerstoff, hervorgebracht werden können.

§. 125.

Um eine oxydirbare Substanz mit dem Sauerstoffe zu verbinden und sie dadurch in den Zustand eines Oxyds umzuwandeln, können vier verschiedene Wege dazu in Anwendung gesetzt werden: 1) das Glühen der Substanz in Berührung mit Sauerstoff oder mit atmosphärischer Luft; 2) die Behandlung der Substanz im glühenden Zustande, mit Wasserdämpfen; 3) die Verpuffung derselben mit Salpeter; 4) Die Behandlung derselben mit einer Säure.

Beispiele.

a. Man tauche einen, bis zum anfangenden Glühen erhitzten Eisendrath in ein Gefäſs mit Sauerstoffgas, oder man glühe solchen in Berührung mit atmosphärischer Luft; in beiden Fällen wird er sich mit Sauerstoff verbinden und in den Zustand eines schwarzen zerreibbaren Oxyds umgewandelt werden. Dieser Erfolg wird Oxydation auf dem trocknen Wege (*Oxydatio via sicca*) genannt.

b. Man werfe eine Portion, bis zum Rothglühen erhitztes, metallisches Eisen in ein Gefäſs mit heiſsem Wasser; es wird sich entzündliches Wasserstoffgas entwickeln, und das Eisen wird auf der Oberfläche oxydirt erscheinen.

c. Man trage einen Theil zart gepülvertes Spieſs-

glanzmetall, mit vier Theilen trocknem gepülverten Salpeter gemengt, bei kleinen Portionen, nach und nach in einen, bis zum Glühen erhitzten Schmelztiegel: die Masse wird mit Geräusch verbrennen, und es wird ein mit dem Alkali des Salpeters gemengtes weifses Spiefsglanzoxyd im Tiegel zurückbleiben. Dieser Erfolg wird eine Verpuffung (*Detonatio*) genannt.

d. Man trage geraspeltes oder gedrehtes Zinn in Salpetersäure: es wird mit Gewalt von der Säure angegriffen und in ein weifses Oxyd umgewandelt werden. Dieser Erfolg wird Zerfressung (*Corosio*) genannt.

§. 126.

Wenn ein Körper säurefähig ist, d. i. wenn er das Vermögen besitzt, in der gesättigten Verbindung mit dem Sauerstoff, eine Säure zu erzeugen, so nennt man ihn ein säurefähiges Substrat, und er wird, unter dieser Bedingung, allemal in eine Säure umgewandelt werden. Mit einer geringern Masse des Sauerstoffes verbunden, wird er aber nur ein Oxyd erzeugen.

§. 127.

Die oxydirbaren Materien behaupten stets bestimmte Massenverhältnisse, unter welchen sich selbige mit dem Sauerstoffe verbinden können, und dann gehen auch, aus einem und demselben Substrate, verschiedene Stufen der Oxydation hervor. Manche Substanzen können sich nur in einem einfachen, andere in einem zweifachen, noch andere in einem dreifachen und manche in einem vierfachen Verhältnifs dem Sauerstoffe verbinden, und es gehen dann auch eben so viel verschieden geartete Oxyde daraus hervor.

§. 128.

Um die gröſsere oder kleinere Masse des Sauerstoffes anzudeuten, welche der oxydirbare Stoff in seinem oxydirten Zustande enthält, bezeichnet man die daraus hervorgehenden Oxyde mit besondern Namen. Man unterscheidet sie in 1) Oxydülen; 2) in Oxyde und 3) in Hyperoxyde. Da indessen hier nur drei Stufen der Oxydation angedeutet werden, in vielen Fällen aber vier anerkannt werden müssen, so hat man es vorgezogen, solche 1) in Protoxyde; 2) in Deutoxyde; 3) in Tritoxyde und 4) in Peroxyde zu unterscheiden. Einige Chemiker haben auch den Unterschied in erstes, in zweites, in drittes und in viertes Oxyd angenommen.

4. Von der Reduction.

§. 129.

Wenn man einem gebildeten Oxyde einen Stoff zusetzt, der eine gröſsere mischende Kraft zu dem Sauerstoffe besitzt, als dieser zu dem darin gebundenen oxydirbaren Stoffe besaſs, so vereinigt er sich mit dem Sauerstoffe, und jene wird, in seinem nicht oxydirten Zustande, wie abgesondert. Dieser Erfolg wird eine Wiederherstellung oder Reduction (*Reductio*) genannt. Bei den aus organischen Materien gebildeten Oxyden hat diese Reduction bisher nicht gelingen wollen; desto leichter gelingt selbige aber bei den aus anorganischen Substraten gebildeten Oxyden, besonders den metallischen.

§. 130.

Die Reduction eines Metalls aus seinem Oxyde kann entweder auf dem nassen oder auf dem trocknen Wege veranstaltet werden. Oxyde, welche aus edlen Metallen gewonnen sind, lassen ihren Sauerstoff als Sauerstoffgas von sich, wenn sie der Ausglühung unterworfen werden, und werden ohne anderweitigen Zusatz reducirt. Die Oxyde der unedlen Metalle bedürfen dagegen eines entoxydirenden Zusatzes. Dieser bestehet entweder in reiner Kohle oder in einem kohlehaltigen Körper, als Talg, Pech, Wachs, Oel, Seife, schwarzem Fluſs (einer Vermengung von Kohle und Kali) etc.

Beispiele.

a. Man bringe rothes Quecksilberoxyd in eine kleine gläserne Retorte mit langem Halse. Man hänge den Bauch der Retorte in einem Ofen über glühende Kohlen und die Oeffnung des Halses tauche man in ein Gefäſs mit Wasser. Wenn die Retorte zum Glühen kommt, so wird sich Sauerstoffgas entbinden, und es wird metallisches Quecksilber im Wasser zu Boden fallen.

b. Man reibe irgend ein Bleioxyd (Bleiglätte oder Mennige) mit Oel oder geschmolzenem Talg an, und unterwerfe solches dem Schmelzen in einem Tiegel. Der Tiegel wird alsdann metallisches Blei enthalten.

§. 131.

Um die Reduction auf dem nassen Wege zu veranstalten, ist es hinreichend, in die Auflösung eines, in irgend einer Säure aufgelösten Metalloxyds ein anderes Metall einzuhängen, das zum Sauerstoff eine gröſsere Mischungskraft besitzt, als

das vorige Metall dazu besaſs: es wird den Sauerstoff daraus in sich nehmen, sich oxydiren, mit der Säure in Auflösung treten, und das vorher aufgelöst gewesene Metall wird regulinisch ausgeschieden werden.

Beispiele.

a. In eine mit Wasser verdünnte Auflösung von Blei in Essigsäure hänge man ein Stückchen metallisches Zink. Es wird sich das Blei metallisch ausscheiden, und die Flüssigkeit wird nun Zink aufgelöst enthalten.

b. Auf gleiche Weise wird Silber aus seiner Auflösung in Salpetersäure, durch Kupfer, metallisch ausgeschieden.

5. Von der Kalcination.

§. 132.

Wenn organische oder auch anorganische Substanzen eine Zeit lang einer mehr oder weniger gewaltsamen Einwirkung des Feuers in Gefäſsen ausgesetzt werden, so erleiden sie, nach ihrer individuel verschiedenen Beschaffenheit, eine mehr oder weniger merkbare Veränderung ihrer Grundmischung, und sie wiegen alsdann weniger als vorher, weil wägbare Theile aus ihnen entwickelt werden. Man bezeichnet diesen Erfolg im allgemeinen mit dem Namen der Verkalkung (*Calcinatio*); einer Operation, welche die ältern Chemiker mit der ihnen nicht bekannten Oxydation zu verwechseln pflegten.

§. 133.

Nach dem Unterschiede der daraus hervorgehenden Erfolge wird auch die Kalcination mit verschiedenen Namen bezeichnet, als Bren-

nung, Röstung, Verkohlung, Einäscherung und Verwitterung.

Beispiele.

a. Das Glühen des rohen Kalksteins im Feuer, bis solcher in den Zustand des gebrannten Kalks übergehet, wird Brennen (*Ustio*) desselben genannt.

b. Werden ganze oder auch zerkleinerte Erze in gelinder Hitze so lange erhalten, bis die Vererzungsmittel verflüchtiget worden sind, so nennt man solches das Rösten derselben.

c. Werden vegetabilische oder animalische Substanzen, in Gefäſsen eingeschlossen, so lange im Feuer behandelt, bis keine flüchtige Materien mehr daraus entweichen, so wird diese Operation Verkohlung genannt.

d. Werden verkohlte Substanzen so lange mit Berührung der Luft geglühet, bis solche einen farbenlosen Zustand angenommen haben, so wird solches Einäscherung genannt.

e. Werden krystallinische Salze der Einwirkung der warmen Luft oder der Sonne ausgesetzt, so daſs solche ihr Krystallisationswasser verlieren und in Pulver zerfallen, so wird dieser Erfolg Verwitterung oder auch Kalcination an der Sonne genannt.

6. Von der Gasentbindung.

§. 134.

Man gebraucht das Wort Gas (*Gas*) zur Bezeichnung aller derjenigen luftförmigen Substanzen, welche, auſser ihrer Expansibilität, mit der atmosphärischen Luft nichts gemein haben. Gas und Luft sind also im wesentlichen völlig gleichbedeutende Namen. Jede wahre Gasart ist ein Produkt der chemischen Mi-

schung aus einer an sich festen wägbaren Grundlage und Wärmestoff; ihre nicht Verdichtbarkeit in der Kälte und durch Wasser unterscheidet die wahren Gasarten von den Dünsten, welche nicht chemische, sondern nur physisch-cohärirende Verbindungen fester Stoffe mit dem Wärmestoffe ausmachen. Man hat daher in jeder einzelnen Gasart zwei Hauptheile, das gasfähige Substrat und den dasselbe expandirenden Stoff (den Wärmestoff) zu unterscheiden.

§. 135.

Da die wahren Gasarten einerseits unsichtbar, andernseits expansibel und nicht mit dem Wasser mengbar sind, so muſs man selbige, um sie in Gefäſsen auffangen und messen zu können, durch Wasser hindurch steigen lassen. Die dazu gehörige Vorrichtung wird der pneumatisch-chemische Wasserapparat (*Apparatus pneumatico-chemicus*) genannt.

§. 136.

Der pneumatische Wasserapparat bestehet in einer Wanne von Holz oder auch von lackirtem Blech, von irgend einer beliebigen Form, länglich-rund oder viereckig, einige Zoll vom Boden aufwärts ist ein durchlöchertes oder mit Trichtern versehenes Bret befindlich, das beweglich seyn kann, durch dessen Oeffnung die Gasarten in mit Wasser gefüllten und umgekehrt über die Löcher der Trichteröffnungen gestellten Gefäſsen von Glas (Glokken, Flaschen, Cylinder etc.) aufgefangen werden können. Um die sich entwickelten Gasarten gleich nach ihrem Volum zu bestimmen, wer-

den die gläsernen Glocken oder Cylinder, in welchen sie aufgefangen werden sollen, vorher graduirt, d. i. in Räume abgetheilt, die Kubikzolle und Linien angeben. Einige von diesen Geräthen können auch oben mit messingenen Hähnen verbunden seyn.

§. 137.

Soll der Apparat gebraucht werden, so füllet man ihn bis über das durchlöcherte Bret mit luftleerem Wasser an, stellt die Oeffnung des Gasentbindungsrohrs unter den Trichter des durchlöcherten Bretes, stürzt das mit Wasser gefüllete, zum Auffangen bestimmte Gefäſs über die entgegengesetzte Oeffnung und erwartet nun die Entwicklung des Gases, welches in das Gefäſs hinaufsteigt und das Wasser daraus verdrängt, dessen Stelle solches einnimmt.

§. 138.

Um mit gasförmigen Flüssigkeiten zu operiren, welche vom Wasser eingesaugt werden, bedient man sich des Quecksilbers statt des Wassers, zum Auffangen der Gasarten. Da das Quecksilber aber vierzehn Mal specifisch dichter als Wasser ist, so werden die Apparate und die Gasgefäſse nach einem verjüngten Maſsstabe in Anwendung gesetzt. Man nennt eine solche Vorrichtung den pneumatischen Quecksilber-Apparat. Er wird von lackirtem Blech, oder von Kupfer, oder von Eisen angefertiget.

§. 139.

Jede Gasart ist ein Produkt der Ausdehnung eines gasfähigen Substrats durch Wärmestoff. Um Gasarten zu entwickeln, bedient man sich entweder der Auflösung, oder der Destil-

lation auf trocknem Wege. Die Gefäſse, in welchen eine Gasentbindung veranstaltet wird, werden Gasentbindungsgeräthe genannt. Sie können von Glas, von Porzellan, von Steingut oder von Metall angefertigt seyn, je nachdem entweder durch den Weg der Auflösung oder durch die Einwirkung der Hitze damit operirt werden soll.

§. 140.

Um gasförmige Flüssigkeiten durch den Weg der Auflösung zu gewinnen, bedient man sich gläserner Kegel- oder auch cylinderförmiger Flaschen mit einer oder auch mit zwei Oeffnungen. Im ersten Fall verschlieſst man die Oeffnung mit einem Korkstöpsel, durch welchen die eine Oeffnung eines Heber- oder auch schlangenförmig gebogenen, einer Linie weiten Rohrs luftdicht eingekittet ist, das aus Glas gebogen, oder auch aus Blech verfertigt seyn kann. Im zweiten Fall wird die eine Oeffnung mit einem Trichter verschlossen, der mit einem eingeriebnen Stöpsel versehen ist, während die zweite dazu dient, den einen Schenkel des Gasentbindungsrohrs aufzunehmen.

§. 141.

Um Gasarten durch Hülfe des Feuers zu entbinden, bedient man sich mit einem aus gebranntem und rohem Thon in der Versetzung mit Hammerschlag bereiteten Kitte beschlagener Retorten von Glas oder Porzellan oder Steingut, oder auch dergleichen Retorten von gegossenem Eisen, zuweilen auch aus Platin. Ihr kubischer Inhalt muſs der Masse proportionirt seyn, die

darin bearbeitet werden soll. Ihr Hals wird mit einem am Ende gekrümmten Rohr verbunden und dadurch verlängert, um durch die entgegengesetzte Oeffnung desselben das sich entwickelnde Gas entweichen zu lassen. Solches ist von Glas, Porzellan oder Blech angefertiget.

§. 142.

Wenn ein Gas durch den Weg der Auflösung entwickelt werden soll, so bringt man den Körper, im zerstückelten Zustande, in das Entbindungsglas, gieſst nun das Auflösungsmittel hinzu, verschlieſst die Oeffnung so schnell wie möglich mit dem Entbindungsrohr, bringt dessen entgegengesetzte Oeffnung unter den Trichter der pneumatischen Wanne und wartet nun die Auflösung ab. So wie die Auflösung beginnt, entwickelt sich auch Gas, das in dem Auffangungsgefäſs emporsteigt, und das Wasser daraus verdrängt, dessen Stelle das Gas einnimmt.

Beispiel.

Man veranstalte in einem Gasentbindungsapparate eine Auflösung von Marmor oder zerstükkelter Kreide, in irgend einer beliebigen, mit Wasser verdünnten Säure. Die Auflösung wird mit Schäumen vor sich gehen und das sich entwickelte Gas in das mit Wasser gefüllete Auffangungsgefäſs, in Gestalt von Blasen, emporsteigen. Man verschlieſst dasselbe unter Wasser mit seinem Stöpsel und verwahrt es nun umgekehrt.

§. 143.

Soll die Entbindung einer gasförmigen Flüssigkeit durch die Wirkung der Hitze geschehen, so bringt man das dazu bestimmte Material: ein Salz, eine Erde, ein Metalloxyd, oder was

es auch sey, in das zur Gasentbindung bestimmte Gefäfs, verlängert den Hals desselben durch das dazu gehörige Entbindungsrohr, legt das Entbindungsgefäfs in einen Ofen über glühende Kohlen, die Oeffnung des Entbindungsrohrs aber unter den Trichter der pneumatischen Wanne, und läfst nun das sich entwickelnde Gas in die dazu bestimmten mit Quecksilber oder Wasser gefülleten Gefäfse emporsteigen. Da, wo nur ein schwacher Grad der Hitze erfordert wird, kann die Gasentbindung auch über der Flamme einer Lampe bewirkt werden.

§. 144.

Weil man nur selten die Gasentbindungsgefäfse mit den darin zu bearbeitenden Materialien ganz anfüllen kann oder darf, so bleibt ein Theil ihres innern Raums mit atmosphärischer Luft angefüllet; deshalb ist es nothwendig, wenn es nicht auf eine sehr genaue Abmessung des Volums einer zu gewinnenden Gasart ankommt, vorher einen Theil des sich entwickelnden Gases in den Dunstkreis übertreten zu lassen, bevor das zu sammelnde Gas aufgefangen wird. Kommt es aber auf eine genaue Bestimmung seines Volums an, dann mufs der Theil der atmosphärischen Luft, welcher vorher die leeren Räume der Gefäfse ausfüllete, von dem ganzen Volum des Gases abgezogen werden, um zur Kenntnifs des wahren Volums zu gelangen.

Zweiter Abschnitt.

Von den chemischen Elementen und den stöchyometrischen Verhältnissen derselben.

(Chemische Affinitäts - Lehre. Chemische Meſskunst.)

§. 145.

Alles was im Weltraum sinnlich wahrnehmbar ist, muſs materiell, also mit Eigenschaften begabt seyn. Materie oder Stoff (*Materia*) wird das Raumerfüllende genannt; das, wodurch die Materie auf unsere Sinne wirkt und dem Eindrange eines andern materiellen Wesens, in demselben Raume, entgegen wirkt, wird Eigenschaft (*Qualitas. Proprietas*) genannt. Während, nach der Ansicht der Atomistiker (nach dem Corpularsystem) die Materie als existirend im Raume vorausgesetzt, und jedes kleinste denkbare Theilchen der daraus gebildeten körperlichen Masse mit dem Namen eines Atoms bezeichnet wird; demonstriren die Dynamiker das Seyn der Materie aus der wechselseitigen Wirkung zweier sich entgegengesetzten Kräfte, einer attractiven und einer repulsiven, aus deren gegenseitigem Streben eine mittlere bewegende Kraft (*Vis motrix*) hervorgehet, welche das Bewegliche, also sinnlich Wahrnehmbare im Raume, begründet, dessen Begrenzung ihn zum ausmeſsbaren Körper macht.

(Kant's metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft, 2. Auflage. Riga 1787.)

§. 146.

Jene Kräfte der Attraction und der Repulsion wirken in der raumerfüllenden Materie noch mehr oder weniger vorwaltend fort; woraus die besondere Constitution ihres Produkts erklärt werden kann, die bald expansiv (ausdehnend, strahlend), bald contractiv (verkörpernd) seyn kann. Je nachdem die repulsive oder die contractive Thätigkeit in einem materiellen Wesen mehr oder weniger vorwaltend ist, können fünf verschiedene Hauptformen der materiellen Substanzen daraus hervorgehen:

1) die strahlende,
2) die Gasform,
3) die Dunstform,
4) die tropfbarflüssige Form,
5) die starre oder concrete Form.

Von diesen verschiedenen Formen können indessen nur allein die strahlende und die starre als Grundformen der Körper angesehen werden; alle übrige Formen hingegen, unter denen sich immer die leblosen Materien repräsentiren, sind als mitgetheilte zu betrachten. Das Wesen der Materialität ist in der allgemeinen Gravitation begründet, durch welche alle Körper an den Erdball gebunden sind und nur einzelne zusammenhängende Glieder einer grofsen Kette bilden.

§. 147.

Sinnlich wahrnehmbare Materien, d. i. Materien, die entweder durch alle Sinne oder doch wenigstens durch einen Sinn wahrgenommen werden können, die, in sich selbst gedacht, einfach (d. i. nicht gemischt), unter sich

selbst aber wesentlich verschieden sind, werden chemische Elemente oder Grundstoffe (*Elementa, Principia chemica*) genannt. Ihre Erkenntnifs ist das Resultat der nach und nach veranstalteten und bis zur Auflösung in ihre (bis jetzt) nicht ferner entmischbaren Grundtheile fortgesetzten chemischen Zergliederung der im Weltraume verbreiteten chemisch gemischten Körper.

§. 148.

Die bis jetzt bekannt gewordenen chemischen Elemente lassen sich unter vier Hauptklassen vertheilen:

1) in strahlende,
2) in Säure-erzeugende,
3) in Säure-fähige,
4) in Metall-zeugende.

Aber die vierte Klasse läſst sich wieder zerfällen in:

1) Alkali bildende Metalle,
2) Erden bildende Metalle,
3) selbstständige Metalle.

Alle einzelne chemische Elemente sind als Faktoren oder produktive Kräfte zu betrachten, die in der Wechselwirkung unter sich, mehr oder weniger gemischte Materien (Produkte) zu erzeugen vermögend sind. Hier kommen nur diejenigen in speciellere Betrachtung, welche bis jetzt bekannt worden sind. Es ist aber keinem Zweifel unterworfen, daſs noch eine groſse Anzahl natürlich gemischter Erzeugnisse im Erdball verborgen liegen, die vor das Forum der chemischen Zergliederung gezogen werden können; und mit ihrer Analyse wird sich auch

die Zahl der jetzt bekannten chemischen Elemente im gleichen Grade vermehren.

§. 149.

Um möglichen Verwechslungen vorzubeugen, war es nothwendig, jedes einzelne chemische Element mit einem dasselbe karakterisirenden Namen zu bezeichnen, der entweder auf die Qualität desselben in seinem einfachen Zustande, oder auf die Qualität des Produktes seiner Mischung mit einem andern Elemente Bezug nimmt.

a) Zu den strahlenden Elementen gehören: 1. das Licht; 2. die Wärme; 3. die Elektricität; 4. der Magnetismus.

b) Zu den Säure zeugenden Elementen gehören: 1. der Sauerstoff; 2. der Wasserstoff.

c) Zu den säurefähigen Elementen gehören: 1. der Kohlenstoff; 2. der Stickstoff; 3. die Chlorine; 4. die Jodine; 5. die Borine; 6. die Fluorine; 7. der Schwefel; 8. das Phosphor; 9. das Selen.

d) Zu den Alkali zeugenden Elementen gehören: 1. das Kalium; 2. das Natronium; 3. das Kalcium; 4. das Barium; 5. das Strontium; 6. das Lithium.

e) Zu den Erde zeugenden Elementen gehören: 1. das Magnium; 2. das Alumium; 3. das Silicium; 4. das Glycium; 5. das Zirkonium; 6. das Yttrium; 7. das Thorium.

f) Zu den wahren metallischen Elementen gehören: 1. das Gold; 2. das Silber; 3. das Platin; 4. das Palladium; 5. das Osmium; 6. das Iridium; 7. das Rhodium;

8. das

8. das Quecksilber; 9. das Nikkolum; 10. das Eisen; 11. das Kupfer; 12. das Zinn; 13. das Blei; 14. das Antimon; 15. das Zink; 16. das Kadmium; 17. das Cererium; 18. das Mangan; 19. das Uran; 20. das Kobalt; 21. das Wismut; 22. das Scheel; 23. das Molybdän; 24. das Chrom; 25. das Arsenium; 26. das Tellur; 27. das Titan; 28. das Tantalum.

§. 150.

Wir kennen also zur Zeit als chemische Elemente, vier strahlende, zwei Säure zeugende, neun Säurefähige, sechs Alkali zeugende, sieben Erde zeugende, und acht und zwanzig rein Metall zeugende, also zusammengenommen 56 einfache chemische Elemente. Diese sind sämmtlich mit produktiven Kräften begabt, vermöge welchen sie ein stetes Streben zeigen, sich gegenseitig mit einander zu mischen, d. i. chemisch zu durchdringen und in eine gegenseitige Ausgleichung zu setzen: dergestalt, daſs ihre primitiven Qualitäten aufgehoben und gemischte Produkte daraus gebildet werden, die mit neuen sie auszeichnenden Qualitäten begabt sind; daher wir auch die chemisch einfachen elementarischen Stoffe, so wie solche sich uns im Weltraume darbieten, höchst selten isolirt, sondern stets schon mit einander gemischt vorfinden; und es ist Zweck der Chemie, solche aus ihren Mischungen zu trennen, und sie im isolirten Zustande darzustellen.

Chemische Affinität. Wahlanziehung.

§. 151.

Das Streben zweier heterogener Materien, sie mögen chemisch einfach oder schon ge-

mischt seyn, sich gegenseitig zu durchdringen und ein neues homogenes Produkt zu erzeugen, wird chemische Affinität oder Verwandtschaft (*Affinitas chemica*) oder auch Wahlanziehung (*Attractio electiva*) genannt.

§. 152.

Die eigenthümlichen Formen, unter welchen sich uns die gemischten Körper im Weltraume repräsentiren, so wie die specifiken Qualitäten, welche sie begleiten, scheinen stets von der Differenz ihrer bildenden Elemente abhängig zu seyn.

Beispiele.

a. Man reibe trocknes krystallinisches Glaubersalz und trocknes salpetersaures Ammoniak zusammen: es wird eine tropfbarflüssige Salzmasse gebildet werden.

b. Man bringe zwei scharfschmeckende Substanzen (concentrirte Schwefelsäure und Aetznatron) in einem solchen Verhältnifs zusammen, dafs solche sich gegenseitig ausgleichen können: es wird ein sehr mildschmeckendes Salz (Glaubersalz) daraus hervorgehen.

c. In einen mit gasförmigen Ammoniak gefülleten Cylinder lasse man hydrochlorinsaures Gas (salzsaures Gas) treten, beide Gasarten werden sich gegenseitig vernichten und ein neuer starrer Körper (Salmiak) wird erzeugt werden.

§. 153.

Wenn zwei heterogene Substanzen, vermöge ihrer gegenseitigen chemischen Affinität, sich mit einander mischen sollen, so müssen sich selbige unmittelbar berühren können und ihre kleinsten Massentheilchen, oder wenigstens die des einen, müssen flüssig seyn. Von zweien heterogenen Materien, die sich zu einem homogenen Gan-

zen mischen, sagt man, daſs sie chemische Affinität zu einander besitzen; sie besitzen hingegen keine Affinität zu einander, wenn sie keine Wechselwirkung auf einander ausüben.

Beispiele.

a. Man reibe trocknes Natron und trockne Weinsäure zusammen: es wird keine Verbindung erfolgen. Man setze Wasser hinzu, die Vereinigung wird auf der Stelle Statt finden.

b. Man lege ein Stückchen Marmor in ein Glas mit verdünnter Salpetersäure. Der Marmor wird von der Säure aufgelöst werden, sie werden sich gegenseitig einander ausgleichen und es wird ein neues Produkt (salpetersaurer Kalk) daraus hervorgehen.

c. Man wiederhole dasselbe Experiment, bringe aber den Marmor, im vorher zerkleinerten Zustande, in die Säure: die Auflösung wird in viel kürzerer Zeit erfolgen.

d. Man bringe Kiesel und Salpetersäure, oder Wasser und Quecksilber, oder Wasser und Oel mit einander in Berührung: sie werden keine auflösende Wirkung gegen einander ausüben.

§. 154.

Wenn zwei heterogene Substanzen chemisch in einander wirken sollen, so muſs die Kraft der Cohäsion zwischen ihren Molekülen kleiner seyn, als die Kraft ihrer gegenseitigen chemischen Affinität. Um die erstere zu vermindern und die gegenseitige chemische Activität zu vermehren, muſs die Zahl der sich berührenden Punkte vermehrt werden. Man erreicht solches: *a*) wenn man den einen Körper, falls er starr ist, vorher zerkleinert; *b*) wenn man ihn

durch die Wärme in einen geschmolzenen oder liquiden Zustand versetzt.

Mischende Affinität.

§. 155.

Der Erfolg einer chemischen Vereinigung zwischen zweien heterogenen Substanzen, zu einem homogenen Produkte, wird mischende Affinität (*Affinitas mixtionis*) genannt. Läſst man drei heterogene Materien in solchen Verhältnissen mit einander in Berührung treten, daſs nur zwei sich einander ausgleichen können, so werden sich auch nur zwei mit einander verbinden und die dritte wird unverändert zurückbleiben. Dieser Erfolg wird Wahlanziehung genannt.

Beispiele.

a. Man übergieſse ein Gemenge von gefeiltem Kupfer und gefeiltem Zink in einem Glase mit verdünnter Schwefelsäure; das Zink wird aufgelöst werden, das Kupfer hingegen wird ungelöst zurückbleiben.

b. Man setze zu einem Gemenge von Thonerde und Talkerde verdünnte Essigsäure; sie wird die Talkerde auflösen, die Thonerde hingegen unaufgelöst zurücklassen.

Entmischende Affinität.

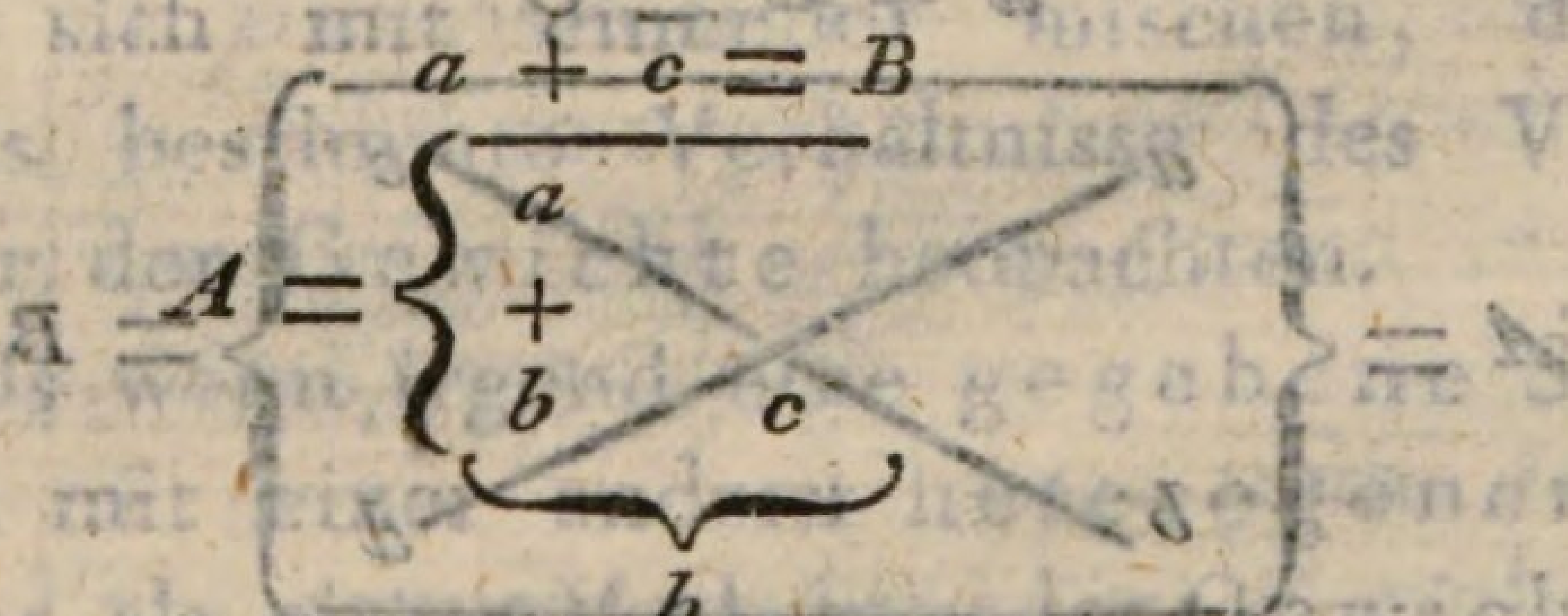
§. 156.

Wenn ein aus zweien heterogenen Materien ($a + b$) gemischter Körper mit einem dritten einfachen Stoffe (c) zusammengebracht wird, der zu a oder b eine gröſsere Affinität besitzt, als beide zu einander besaſsen, dann muſs er sich mit

einem von beiden verbinden und der entgegengesetzte Theil muſs ausgeschieden werden. Dieser Erfolg wird eine einfache entmischende oder zerlegende Affinität (*Affinitas decompositionis*) genannt.

Beispiele.

a. Man versetze eine mit Wasser gemachte Lösung von schwefelsaurer Talkerde ($A = a + b$) mit einer Lösung von Aetznatron (c): so wird die Talkerde (b) ausgeschieden werden. Die Schwefelsäure hingegen (a), wird sich mit dem Natron (c) verbinden, und aus Schwefelsäure und Natron ($a + c$) wird ein neues Produkt, d. i. schwefelsaures Natron (B) erzeugt werden. Man bezeichnet einen solchen Erfolg durch nachstehende Figur:



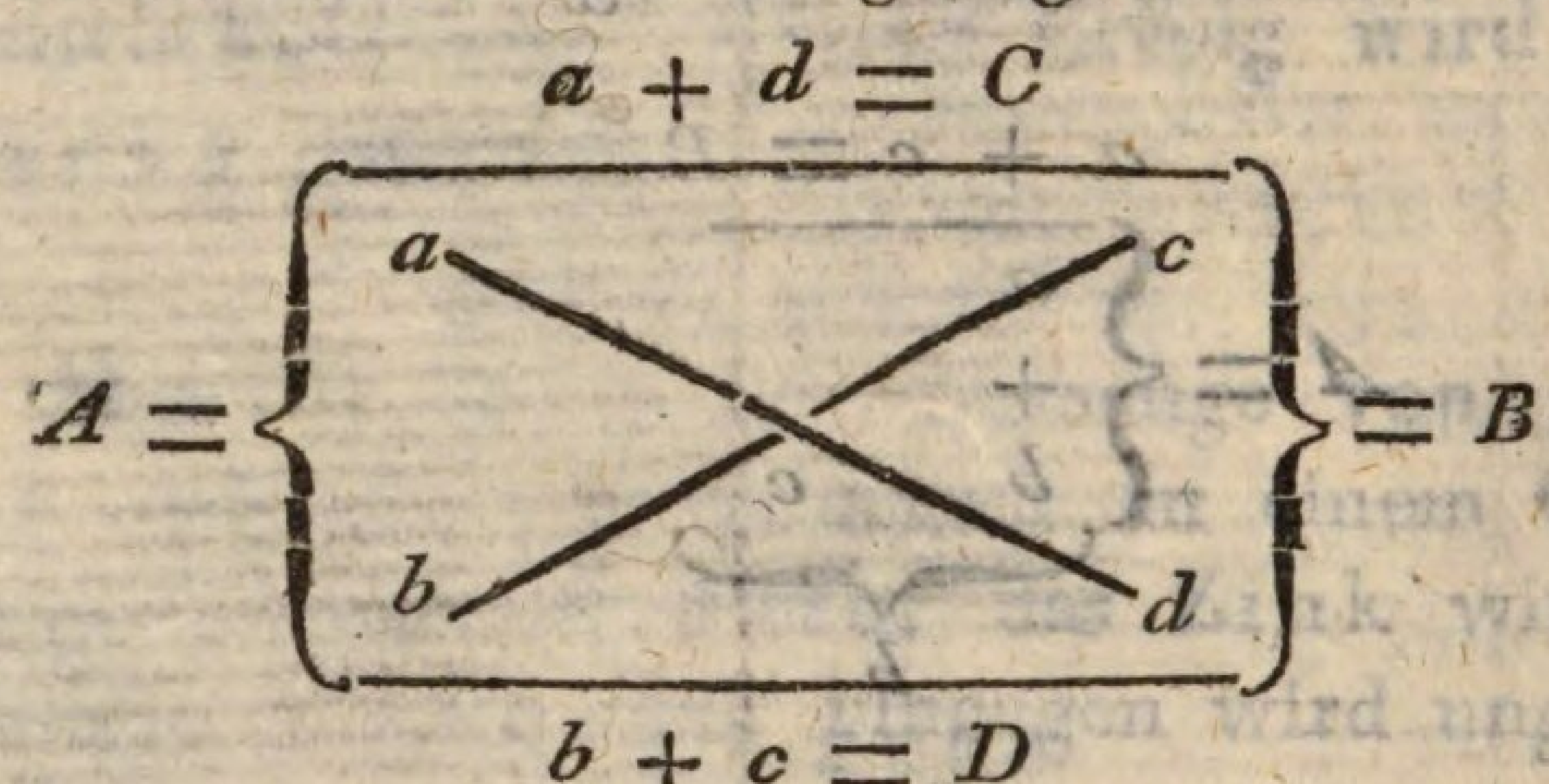
§. 157.

Werden hingegen zwei heterogene Substanzen A und B mit einander in Berührung gebracht, von welchen jede einzelne schon aus zweien differenten Bestandtheilen zusammengesetzt war, z. B. salpetersaurer Baryt ($= A$) und schwefelsaures Natron ($= B$), und die Bestandtheile derselben stehen in einer gröſsern gegenseitigen Affinität, als in ihrem vorigen gebundenen Zustande: so müssen ihre Bestandtheile sich gegenseitig austauschen, und es werden dann zwei Entmischungen und zwei neue Mischungen daraus hervorgehen. Man nennt solches einen Er-

folg der doppelten oder wechselseitigen chemischen Anziehung oder der wechselseitigen entmischenden Affinität (*Affinitas analytica duplicata*).

Beispiel.

Es sey *A* der salpetersaure Baryt (aus *a* + *b*) Salpetersäure und Baryt zusammengesetzt. *B* sey schwefelsaures Kali (aus *c* + *d*) Schwefelsäure und Kali zusammengesetzt. In dem Fall wird sich *a* mit *d* verbinden und aus *a* + *d* ein neuer Körper *C* (salpetersaures Kali) erzeugt werden; *b* und *c* werden sich gleichfalls mit einander mischen und aus *b* + *c* wird wieder ein neues Produkt *D* (schwefelsaurer Baryt) hervorgehen. Zur Bezeichnung dieses Erfolgs wird nachstehende Figur gewählt:



In dieser Figur sind die Substanzen vor der Wechselwirkung durch Parallellinien, nach derselben aber, durch Diagonallinien angedeutet.

§. 158.

Jede Entmischung eines chemisch gemischten Körpers wird durch den Erfolg einer einfachen oder einer doppelten entmischenden Affinität herbeigeführt, und aus den sich immer gleich bleibenden Resultaten der chemischen Aktion ist klar einzusehen, daſs die chemischen Affinitäten durch besondere Gesetze beherrschet werden, von welchen die Gleichför-

migkeit der aus der gegenseitigen Anziehung zweier heterogenen Materien hervorgehenden Resultate abhängig sind.

§. 159.

Wenn man bei der chemischen Wechselwirkung zweier heterogener Substanzen, nicht bloſs auf die sich darbietenden Phänomene, sondern auch auf die Verhältnisse des Volums, oder die des Gewichts Rücksicht nimmt, nach welchen sich solche gegenseitig mit einander verbinden, um eine neue Mischung zu erzeugen, so ergiebt sich daraus:

1) daſs alle differente Arten der einfachen materiellen Substanzen, sie mögen gasförmig oder concret, oder tropfbar seyn, indem sie sich mit einander mischen, durchaus stets bestimmte Verhältnisse des Volums oder der Gewichte beobachten.

2) Daſs wenn irgend eine gegebene Substanz sich mit einer andern heterogenen unter mehr als einem Volum oder Gewichtsverhältniſs verbinden kann, alsdann das zweite, das dritte oder das vierte Verhältniſs allemal ein Multiplum oder einen aliquoten Theil des erstern ausmacht.

3) Daſs also das gegebene Gewicht eines Stoffes (*a*), der sich mit einem andern heterogenen (*b*) in zwei Verhältnissen verbinden kann, in der gesteigerten Verbindung wie 1 : 2 oder 2 : 3 u. s. w. verhält.

§. 160.

Dalton hat versucht, die Mischungsverhältnisse der Körper auf mathematische Berechnung zurückzuführen. Er gehet dabei von dem Ge-

sichtspunkte aus: „dafs die chemischen Verbindungen nur unter den kleinsten nicht ferner theilbaren Theilchen der Körper (den Atomen derselben) Statt findet, und stellt den Grundsatz auf: dafs die Körper aus Atomen bestehen, und dafs ein Atom eines Elements sich mit 1, 2, 3 und mehrern ganzen Atomen eines andern Elements verbinden könne, ohne dafs Zwischengrade oder Bruchtheile von Atomen dabei vorkommen. Auf gleiche Weise kann sich, nach Dalton, ein Atom eines zusammengesetzten Körpers mit 1, 2, 3 und mehrern Atomen eines andern zusammengesetzten Körpers verbinden.

§. 161.

Indem Dalton voraussetzt, dafs die Atome der Elemente sich immer nur Eins mit Einem verbinden, nimmt er an, dafs in allen Fällen, da, wo nur eine einzige Stufe der Verbindung bekannt ist, diese auch nur aus einem Atom von jedem Elemente zusammengesetzt sey. Finden sich dagegen mehrere Verbindungsstufen, so betrachtet er die erste als eine Zusammensetzung von $a + b$; die Zweite von $a + 2b$; die Dritte von $a + 3b$; die Vierte von $a + 4b$ und so ferner.

Beispiele.

a. Das Stickstoffoxydul (Protoxyd) ist z. B. zusammengesetzt aus 1 Atom Stickstoff und 1 Atom Sauerstoff; es ist daher eine zweifache Verbindung.

b. Das Stickstoffoxyd (Deutoxyd) ist zusammengesetzt aus 1 Atom Stickstoff und 2 Atomen Sauerstoff; es ist also eine dreifache Verbindung.

c. Die salpetrige Säure (Tritoxyd) ist zusammengesetzt aus 1 Atom Stickstoff und 3 Atomen Sauerstoff; sie ist also eine vierfache Verbindung.

d. Die Salpetersäure (Peroxyd) ist zusammengesetzt, aus 1 Atom Stickstoff; und 4 Atomen Sauerstoff; sie ist also eine fünffache Verbindung.

§. 162.

Um das relative Gewicht eines Atoms (kleinsten Massentheilchens) der verschieden gearteten Körper auszudrücken, nimmt Dalton das Gewicht eines Atoms des Wasserstoffs, als des leichtesten der bekannten ponderabeln Elemente, zur Einheit, an und berechnet nun hiernach das Gewicht der übrigen.

Beispiele.

a. Das Wasser ist ein Resultat der zweifachen Verbindung aus 1 Atom Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff. Nach dem Gewichtsverhältniſs jener Elemente berechnet, bestehet das Wasser aus 87,4 Sauerstoff und 12,6 Wasserstoff. Dieses giebt also $\frac{87,4}{12,6} = 6,9$, also 7 beinahe; woraus Dalton schlieſst, daſs das Gewicht eines Atoms Sauerstoff $= 7$ zu setzen sey. Hierbei ist vorausgesetzt, daſs sich die specifische Dichtigkeit des Sauerstoffgases zu der des Wasserstoffgases wie 14 : 1 verhält.

b. Das Ammoniak ist eine zweifache Verbindung aus 1 Atom Stickstoff und 1 Atom Wasserstoff. Nach dem Gewichtsverhältniſs berechnet, bestehet das Ammoniak aus 50,09 Stickstoff und 10,65 Wasserstoff; aber $\frac{50,09}{10,65}$ giebt zum Quotienten 4,6, also 5 beinahe; folglich ist das Gewicht eines Atoms Stickstoff auf 5 zu setzen.

(*John. Dalton new System of chemical Philosophy.*

Part. I. London 1808. *P. II. London* 1810. Joh. Daltons neues System des chemischen Theils der Naturwissenschaft. Uebersetzt von Fr. Wolff. 1. Band. Berlin 1812. 2. Band 1813).

§. 163.

Gay-Lussac und Alexander v. Humboldt entdeckten, bei ihren endiometrischen Arbeiten, daſs ein gegebenes Volum Sauerstoffgas mit zwei gleichen Volumen Wasserstoffgas durch das Verbrennen sich vollkommen vernichten und reines Wasser erzeugt werde; und Gay-Lussac, welcher diese Arbeiten weiter verfolgte, fand, daſs immer ein gegebenes Volum des einen Gases 1, 1,5, 2, 3 oder mehrere gleiche Volumina eines andern Gases einsauge; oder, welches gleichviel sagt: daſs diese verschieden gearteten Gase sich entweder in gleichen Volumtheilen vereinigen; oder daſs das Volum des einen, ein Vielfaches von dem Volum des andern ist, wie solches aus folgenden Beispielen hervorgehet.

Beispiele.

a. Zwei Maſs Wasserstoffgas und ein Maſs Sauerstoffgas erzeugen Wasser.

b. Drei Maſs Wasserstoffgas und ein Maſs Stickstoffgas erzeugen Ammoniak.

c. Ein Maſs Wasserstoffgas und ein Maſs Chlorgas erzeugen Hydrochlorin- oder Salzsäure.

d. Ein Maſs Stickstoffgas und ein halb Maſs Sauerstoffgas erzeugen Stickstoffoxydulgas.

e. Ein Maſs Stickstoffgas und ein Maſs Sauerstoffgas erzeugen Stickstoffoxydgas.

f. Ein Maſs Stickstoffgas und zwei Maſs Sauerstoffgas erzeugen salpetrige Säure.

g. Ein Mafs Stickstoffgas und zwei und ein halb Mafs Sauerstoffgas erzeugen Salpetersäure.

h. Ein Mafs hydrochlorinsaures Gas und ein Mafs Ammoniakgas erzeugen Salmiak.

i. Ein Mafs Ammoniakgas und anderthalb Mafs kohlenstoffsaures Gas erzeugen kohlenstoffsaures Ammoniak.

(*Gay-Lussac Mémoire sur la combinaison des Substances gazeuses, les unes avec les autres.* In den *Mémoires de l'Academie d'Arceul. Paris* 1809. *Tom. II. pag.* 252 *etc.*, desgleichen in Gilberts Annalen der Physik etc. XXXVI. Band pag. 6 etc. und XXXVIII. Band pag. 289 etc.)

§. 164.

Wenn man das Wort Volum oder Mafs mit dem von Atom oder Massentheilchen vertauscht, und die in Gasform sich vereinigenden Substanzen, in die starre Form zurückgeführt, sich denkt: so wird dadurch die Richtigkeit der Hypothese von Dalton vollkommen als Wahrheit begründet. Die bestimmten Verhältnisse, unter welchen sich die heterogenen Materien mit einander verbinden, werden stöchyometrische Verhältnisse genannt. Eine Zusammenstellung aller darüber gesammelten Erfahrungen, macht den Gegenstand der Proportionslehre oder Stöchyometrie, d. i. der Mefskunst chemischer Elemente aus, welche den mathematischen Theil der Chemie darstellt.

§. 165.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, dafs, wenn zwei heterogene Materien sich zu einem homogenen Produkt verbinden sollen, solches allemal unter ganz bestimmten Volum- oder

Gewichtsverhältnissen geschehen muſs. Wenn also zwei heterogene Materien in der Vereinigung ein gemischtes Produkt bilden, so folgt auch daraus, daſs, wenn das gemischte Produkt einen oder den andern seiner Mischungstheile an einen dritten hinzukommenden Stoff abtreten soll, derselbe mit einem Theile des gemischten Körpers sich gleichfalls in einem bestimmten Volum- oder Gewichtsverhältniſs vereinigen muſs.

§. 166.

Die gegebenen Verhältnisse, unter welchen sich eine Materie mit einer anders gearteten verbinden kann, (z. B. Sauerstoff mit Wasserstoff), werden die bestimmten, stöchyometrischen oder chemischen Verbindungsverhältnisse genannt. Die bestimmten Volum- oder Gewichtsmengen der Bestandtheile in einem gemischten Produkte werden hingegen stöchyometrische Antheile, auch Differentiale oder Atome genannt. Beispiele hiervon, sind schon (§. 161.) *a* bis *d* angegeben.

§. 167.

Wenn eine aus zweien heterogenen Materien (*a* + *b*) zusammengesetzte Substanz einen ihrer Mischungstheile an einen hinzukommenden dritten Stoff (*c*) abtreten soll, so muſs solcher in einem solchen Verhältniſs zugesetzt werden, daſs *a* oder *b*, womit er sich verbindet, dadurch befriedigt oder ausgeglichen werden kann: er wird daher ein chemisches Equivalent oder ein chemischer Werth genannt.

Beispiel.

Der Zinnober ist ein Produkt der Mischung aus 95 Theilen Quecksilber und 15 Theilen Schwefel. Sollen aber 110 Theile Zinnober vollkommen zersetzt werden, welches durch Eisen geschehen kann, so mufs vom letztern so viel zugesetzt werden, als erforderlich ist, um 15 Theile Schwefel vollkommen zu sättigen. Hierzu werden aber, der Erfahrung gemäfs, 25 Theile Eisen erfordert. Es können also 25 Theile Eisen eben so viel Schwefel aufnehmen, als 95 Theile Quecksilber; folglich sind 25 Theile Eisen ein chemischer Werth oder ein chemisches Equivalent für 95 Theile Quecksilber.

§. 168.

Jenes Beispiel giebt einen Beweis, dafs, wenn die chemischen Equivalente der verschieden gearteten Materien einmal ausgemittelt sind, sich solche nun durch Zahlen ausdrücken lassen. Da nun diese Equivalente bereits für die gröfste Anzahl der zusammengesetzten Substanzen ausgemittelt worden sind; so giebt dieses nicht nur eine genaue Uebersicht der chemischen Equivalente derselben, sondern auch eine genaue Kenntnifs der Verhältnisse, in welchen sie in den vielfachen Verbindungen zu einander stehen.

§. 169.

Folgende alphabetisch geordnete Tabelle giebt eine Uebersicht der chemischen Equivalente, für die meisten einfachen oder elementarischen Substanzen berechnet:

Alumium	8,60	Osmium	?
Antimon	40,50	Phosphor	14,10
Arsenium	31,80	Palladium	63,00
Baryum	65,00	Platin	82,65
Blei	100,00	Quecksilber . . .	95,00
Boracin	53,00	Rhodium	60,00
Cadmium	44,50	Sauerstoff	7,50
Chlorine	32,00	Selen	37,50
Chromium . . .	26,00	Schelium	31,20
Eisen	25,00	Schwefel	15,00
Fluorine	9,35	Silber	102,50
Glycium	16,60	Silicium	16,00
Gold	125,00	Stickstoff	13,50
Jodine	120,00	Strontium	42,50
Iridium	?	Tantalum	145,00
Kalcium	20,00	Tellurium	31,70
Kalium	37,50	Thorium	?
Kobalt	27,25	Titanium	56,25
Kohlenstoff . . .	11,40	Uranium	38,25
Kupfer	60,00	Wasserstoff . . .	1,00
Lithium	11,30	Wismuth	67,50
Magnium	11,50	Yttrium	30,60
Molybdän	45,00	Zink	31,00
Natronium . . .	22,00	Zinn	55,00
Nickolum	27,25	Zirkon	33,00

§. 170.

Von den hier aufgestelleten Zahlen bezeichnet jede einzelne das Gewicht, in welchem ein elementarischer Stoff mit einem andern heterogenen sich chemisch vereinigen und ausgleichen kann, um eine zweifache Verbindung (§. 161.) zu erzeugen. Alle übrigen Massenverhältnisse derselben Substanz sind dagegen Multipla. Das Produkt der chemischen Verbindung, welches auf solche Weise hervorgehet, wird durch die Zahl angedeutet, welche herauskommt, wenn die Zahlen der Equivalente (als Bestandtheile des Produkts) zusammen addirt werden.

Beispiele:

a. Es verbinden sich auf solche Weise 1 Theil Wasserstoff mit 7,5 Sauerstoff, das Produkt ist also 1 + 7,5 = 8,5 = Wasser.

b. So verbindet sich 1 Theil Wasserstoff mit 32 Theilen Chlor, das Produkt ist also 1 + 32 = 33 = Hydrochlorin- oder Salzsäure.

c. Desfsgleichen verbinden sich 20 Theile Kalcium mit 7,5 Sauerstoff, das Produkt ist also 20 + 7,5 = 27,5 Kalciumoxyd oder reiner Kalk.

d. Eben so verbinden sich 29,5 Theile Natroniumoxyd mit 33 Theilen Hydrochlorin- oder Salzsäure, das Produkt ist 29,5 + 33 = 62,5 = Kochsalz.

e. Endlich verbinden sich 95 Theile Quecksilber mit 15 Theilen Schwefel, das Produkt ist 95 + 15 = 110 = Zinnober.

§. 171.

Die früher genannten Chemiker differiren in der Gewichtsbestimmung, die sie einem Atom des Sauerstoffs oder des Wasserstoffs zuerkennen, gar sehr. So setzt Wollaston die repräsentative Zahl für den Sauerstoff = 10; Davy setzt sie = 7,5; Berzelius = 100, und Thomson = 1,000. Berzelius hat, als Resultat seiner neuesten Arbeiten über diesen Gegenstand, die er zum Theil mit Dulong in Paris angestellt hat, über die Verhältnisse der specifischen Dichtigkeit, (die der atmosphärischen Luft = 1), gesetzt, das Gewicht eines Atoms und die Proportionen der Mischungstheile nach dem Gewicht angegeben, über einige der wichtigsten Substanzen folgende Tabelle geliefert:

Namen der Substanzen.	Dichtigkeit der atmosphär. Luft = 1.	Gewicht eines Atoms Sauerstoff = 100.	Verhältnisse im Gewicht.
Sauerstoff	1,1026	100	
Wasserstoff	0,0688	6,244	
Stickstoff	0,976	88,518	
Kohlendunst	0,4214	38,218	
Kohlenstoffsäure . . .	1,524	138,218	Sauerstoff 72,35. Kohlenstoff 27,65.
Kohlenstoffoxyd . . .	0,9727	88,218	Sauerstoff 56,68. Kohlenstoff 43,32.
Oelzeugendes Gas . . .	0,9804	88,924	Wasserstoff 14,035. Kohlenstoff 85,965.
Sumpfluft	0,5590	50,706	Wasserstoff 24,615. Kohlenstoff 75,385.
Wasserdunst	0,620	56,244	Sauerstoff 88,90. Wasserstoff 11,10.
Stickstoffoxydül	1,5273	138,518	Sauerstoff 36,097. Stickstoff 63,903.
Stickstoffoxyd	1,001	94,259	Sauerstoff 55,069. Stickstoff 44,931.
Hypo-salpetrige Säure .	—	477,036	Sauerstoff 62,888. Stickstoff 37,112.
Salpetrige Säure . . .	3,1812	288,518	Sauerstoff 69,320. Stickstoff 30,680.
Trockne Salpetersäure .	—	677,036	Sauerstoff 73,842. Stickstoff 26,158.
Conc. Salpetersäure . .	—	902,012	Trockne Säure 75,059. Wasser 24,914.
Ammoniak	0,5912	53,884	Wasserstoff 17,287. Stickstoff 82,713.
Halbkohlensaures Ammoniak	—	122,993	Kohlensäure 56,190. Ammoniak 43,810.
Cynogen	1,8188	164,954	Kohlenstoff 45,339. Stickstoff 54,661.
Hydrocyansäure	0,9438	85,597	Kohlenstoff 44,65. Stickstoff 51,705. Wasserstoff 3,645.
Alcoholdunst	1,6004	—	Kohlenstoff 52,661. Wasserstoff 12,896. Sauerstoff 34,443.
Aetherdunst	2,5808	—	Kohlenstoff 64,313. Wasserstoff 13,329. Sauerstoff 21,358.

Eine

Eine ganz vollständige Tabelle über die Atomgewichte der allermeisten anorganischen Körper und ihre Bestandtheile, nach hundert Theilen berechnet, mit Andeutung ihrer positiven und negativen Elektricitäten, hat Berzelius im unten angezeigten Werke dargestellt.

(Berzelius und Dulong in den *Annales de Chemie et de Physique etc. Tome XV. pag.* 386 *etc.* J. J. Berzelius, Versuch über die Theorie der chemischen Proportionen und über die chemischen Wirkungen der Elektricität; nebst Tabellen über die Atomengewichte der meisten unorganischen Stoffe und deren Zusammensetzungen. Dresden 1820).

Dritter Abschnitt.

Von den strahlenden oder inponderabeln Elementen.

§. 172.

Die strahlenden oder inponderabeln Elemente sind den gasförmigen so wie den dunstförmigen Materien darin durchaus entgegengesetzt:

1. Daſs sie weder gewogen noch in Gefäſsen abgemessen werden können.
2. Daſs sie von einer ursprünglichen expansiven Thätigkeit afficirt werden, vermöge welcher sie ein stetes Streben nach strahlender Ausdehnung ausüben, ohne einer Compression in kleinere Räume fähig zu seyn.
3. Daſs sie eine groſse Anzahl andere Materien

durchdringen, ohne ihre chemische Grundmischung wesentlich zu ändern.

4. Daſs sie diejenigen Materien, mit welchen sie in Cohäsion oder in chemische Anziehung zu treten vermögend sind, in einen ausgedehnten Zustand versetzen, indem sie solchen ihre ursprüngliche expansive Kraft mittheilen und sie selbst expansibel machen.

Vermöge jener Eigenschaften hat man den strahlenden Elementen auch das Prädikat ätherische und incoercible Elemente beigelegt. Zu ihnen gehören das Licht, die Wärme, die Elektricität und der Magnetismus; sie müssen sämmtlich als mehr oder weniger kräftige chemische Potenzen anerkannt werden.

Erste Abtheilung.

Von dem Lichte.

§. 173.

Mit dem Namen Licht (*Lux*) bezeichnet man, in der allgemeinen Bedeutung, dasjenige im Weltraume verbreitete Wesen, welches die Körper erleuchtet und sie dem Auge sichtbar macht. Ohne Daseyn des Lichts würde alles Dunkel seyn. Das Licht ist also die Ursache der Helligkeit und das Auge ist das Organ, wodurch sein Daseyn sinnlich wahrgenommen werden kann.

§. 174.

Was das Licht seiner Natur nach ist und woher es stammt? darüber mangelt es uns an kategorischen Beweisen. Als Urquelle desselben,

betrachten wir die Sonne. Wir sehen diese als einen im Mittelpunkte des Planeten-Systems befindlichen, aus sich selbst leuchtenden Körper an, welcher unabänderlich Licht und Wärme, in unmeſsbaren zarten auf einander folgenden Punkten (Lichtpunkten), mit gleicher Geschwindigkeit ausströmt, die in einander überflieſsen und so Lichtlinien bilden, welche Sonnenstrahlen genannt werden.

§. 175.

Während die Sonne unausgesetzt Lichtstrahlen in geradliniger Bewegung ausströmt, geschiehet solches mit so groſser Geschwindigkeit, daſs, wie Olof Römer und Bradley berechnet haben, dieselben in der Zeit von $8\frac{1}{8}$ Minuten (= 487,5 Sekunden) den Raum zwischen der Erde und der Sonne durchlaufen, welches für die Zeit von einer Secunde einen Weg von 40,000 französischen oder 45,295,840 deutschen geographischen Meilen, (die Meile zu 23661 Brandenburger Fuſs gerechnet) beträgt; dagegen der Schall in der Secunde nur (bei einer Temperatur von 22,7 Reaumur) 1080 Pariser Fuſs durchläuft.

§. 176.

Wenn von einem leuchtenden Körper mehrere Lichtstrahlen aus einem gemeinschaftlichen Punkte ausgehen, so bewegt sich jeder einzelne in der Richtung einer geraden Linie; je mehr sich selbige aber von dem lichtausstrahlenden Körper entfernen, desto mehr breiten sie sich aus (sie divergiren), so daſs ihre Dichtheit und die davon abhängende Intensität des Lichtes, in demselben Verhältniſs ab-

nimmt, in welchem die Quadrate ihrer Entfernung von dem lichtströmenden Körper zunehmen.

Beispiel.

Es sey eine brennende Wachskerze der lichtströmende Körper in einem dunkeln Zimmer. Es betrage die Entfernung vom Lichte, in der man ein Buch noch deutlich lesen kann, 6 Fuſs, so wird man, um in der doppelten Entfernung vom Lichte (= 12 Fuſs) lesen zu können, vier, in der dreifachen (= 18 Fuſs) aber neun, und in der vierfachen (= 24 Fuſs) nun sechzehn Lichter anzünden müssen, um dieselbe Intensität der Helligkeit zu erhalten. Hieraus folgt also auch, daſs, wenn die Sonne doppelt so weit von der Erde entfernt wäre, als sie es ist, vier, in der dreifachen Entfernung aber neun und in der vierfachen hingegen sechzehn Sonnen erforderlich seyn müſsten, um die Erde mit gleicher Kraft zu erleuchten.

§. 177.

Wenn die Strahlen der Sonne, oder die eines brennenden Lichtes, in ein dunkles Zimmer fallen, so werden die darin befindlichen Körper dem Auge sichtbar. Dieses erfolgt aus dem Grunde, weil die an sich dunkeln Körper die auf sie fallenden Lichtstrahlen zurückwerfen, da solche dann, falls sie nach dem Auge gelangen, auf der Nervenhaut des Auges ein Bild von den Objecten entwerfen, von welchen sie ausgingen; diese werden daher dem Auge sichtbar.

Brennspiegel.

§. 178.

Körper, welche das Licht so vollkommen als

möglich zurückwerfen, werden Spiegel genannt. Der natürlichste Spiegel ist die Oberfläche eines stillstehenden Wassers über einem undurchsichtigen Grunde. Künstliche Spiegel bieten die sehr glatt geschliffenen und polirten Metalle dar, so wie die auf der hintern Seite mit einem Amalgam aus Quecksilber und Zinn belegten geschliffenen Glastafeln. Die nähere Untersuchung der verschiedenen Spiegelflächen, und wie sie durch das reflektirte Licht wirken, gehört vor das Forum der Katoptrik. Hier kommen blofs die Brennspiegel in nähere Betrachtung, weil solche als Instrumente in der Chemie zuweilen benutzt werden.

§. 179.

Das allgemeine Gesetz der Reflexion lehrt, dafs der Reflexionswinkel, welchen ein zurückgeworfner Lichtstrahl mit dem Einfallslothe macht, dem Einfallswinkel allemal gleich ist. Hieraus folgt, dafs jede reflektirende hohle Kugelfläche die parallel darauffallenden Lichtstrahlen convergirend, und die divergirend darauffallenden, als parallele Strahlen zurückwerfen mufs. Im ersten Fall vereinigen sich die reflektirten Strahlen in einem gemeinschaftlichen Punkte, der innerhalb dem Mittelpunkte der Kugel, von welcher der Hohlspiegel einen Theil ausmacht, und dem Zurückstrahlungspunkte des Spiegels seinen Sitz hat. Jener Vereinigungspunkt für die Lichtstrahlen wird der Brennpunkt (*Focus*) und der das Licht auf solche Weise reflektirende Hohlspiegel wird ein Brennspiegel genannt.

Beispiel.

Man placire zwei metallene Brennspiegel (*Tab. I. Fig.* 21.), in gehöriger Entfernung, gegen einander über. In den Brennpunkt des einen bringe man die Flamme einer Argandischen Lampe, in den Brennpunkt des zweiten hingegen, bringe man einen anderen Gegenstand. Die auf die reflektirende Spiegelfläche divergirend auffallenden Lichtstrahlen werden als parallele Strahlen auf den gegenüber stehenden Spiegel geworfen. Im Brennpunkte des letztern hingegen vereinigen sie sich zur gemeinschaftlichen Wirkung von Licht und Wärme.

§. 180.

Körper, welche die darauffallenden Lichtstrahlen nicht zurückwerfen, sondern ihnen einen unbehinderten Durchgang durch sich gestatten, werden durchsichtige Körper oder auch Lichtleiter genannt. Vollkommen durchsichtige Körper sind daher dem Auge nicht sichtbar. Wenn aber ein Körper aus solchen Partikeln zusammengefügt ist, die dem Lichte einen vollkommnen Durchgang gestatten, und aus andern, die solches zurückwerfen, so wird der Körper ein durchscheinender genannt.

Beispiele.

a. Metalle sind unter allen bekannten die undurchsichtigsten Körper.

b. Vollkommen durchsichtig, also unsichtbar, sind die Strahlen der Wärme, die trockne atmosphärische Luft und alle nicht mit Dünsten beladene Gasarten.

c. Das Glas, das Wasser, die Edelsteine, viele Salze und alle diejenigen Körper, durch welche hindurch man andere Gegenstände wahrnehmen kann,

die sich dem Auge aber selbst sichtbar darstellen, gehören zu den durchscheinenden Körpern.

Brechung des Lichts.

§. 181.

Wenn die Lichtstrahlen auf einen mehr oder weniger durchsichtigen Körper in senkrechter Richtung auffallen, so setzen sie ihre Bewegung in derselben Richtung fort, ohne sie zu ändern. Gehet aber der Lichtstrahl, aus einem dünnern Mittel kommend, in ein dichteres, in einer schiefen Richtung, über, dann wird er mehr oder weniger von seiner ersten Bahn abgelenkt. Man sagt, er werde gebrochen. Wenn der Lichtstrahl aus einem dünnern Mittel in ein dichteres übertritt, so geschiehet seine Brechung dergestalt, daſs er sich dem Einfallslothe nähert. Gehet er aber aus dem dichtern Mittel in ein dünneres über, so erfolgt die Brechung dergestalt, daſs er seine Richtung abwärts vom Einfallslothe nimmt.

Beispiel.

Es stelle *xy* (*Tab. I. Fig.* 22) ein Gefäſs vor, welches halb mit klarem Wasser *A* gefüllet ist. *a,a* mögen Lichtstrahlen vorstellen, welche auf die Fläche des Wassers *B* auffallen. Der Eine, welcher senkrecht auffällt, gehet in gerader Richtung nach *d* hindurch. Der, welcher schief einfällt, gehet zum Theil in das Wasser und wird in *b* gegen das Einfallsloth zu gebrochen. Wenn derselbe aber wieder aus dem Wasser in die Luft übertritt, biegt er sich von dem Einfallslothe abwärts und nimmt seine vorige Richtung nach *c* an. Ein anderer Theil des schiefen Strahls, wird aber unter dem Winkel *e* zurückgeworfen, der dem Einfallswinkel gleich ist.

§. 182.

Jene Eigenschaft der Körper, das durch sie hindurchgehende Licht zu brechen, äuſsert sich nicht bei allen Körpern auf eine gleiche Weise, sondern erleidet, theils nach ihrer chemischen Beschaffenheit, theils nach dem Unterschiede ihrer Oberfläche, eine bedeutende Abänderung. Eine vollständige Entwicklung der Gesetze der Strahlenbrechung gehört vor das Forum der Dioptrik. Was aber die Wirkungen der das Licht brechenden Körper betrifft, so gehören diese vor das Forum der Chemie.

Beispiele.

a. Am stärksten werden die Lichtstrahlen durch die brennbaren Körper gebrochen, wie den Diamant, die Naphta, den Alkohol, die Oele, das Wasserstoffgas u. s. w.

b. Die Verhältnisse der Brechbarkeit ergeben sich aus dem Unterschiede des Sinus des Brechungswinkels gegen den des gebrochnen Winkels.

Polarisirung des Lichtes.

§. 183.

Läſst man einen Lichtstrahl durch einen schiefwinklichen krystallisirten Körper hindurchgehen, so wird ein Theil desselben auf gewöhnliche Weise gebrochen, ein anderer aber in einer Ebene, welche mit der diagonalen Zusammenfügung der beiden stumpfen Winkel des Krystalls parallel ist, so daſs die durch den Krystall gesehenen Gegenstände dem Auge doppelt erscheinen. Wird ein auf solche Weise gebrochner Lichtstrahl von einem andern, mit dem ersten parallelen Krystall, aufgefangen, dann wer-

den die Strahlen nicht weiter getheilt. Hat aber der Krystall eine Querrichtung, dann wird der vorher, auf gewöhnliche Weise, gebrochene Theil des Strahls aufserordentlich, umgekehrt aber, der vorher aufserordentlich gebrochne Strahl, nun wie gewöhnlich gebrochen. Drehet man den zweiten Krystall allmälig auf der nämlichen Fläche um, so wird, wenn er zum vierten Theile herumgekommen ist, der Strahl vierfach getheilt und bei der Hälfte der Umdrehung wird die Theilung zweifach: dergestalt, dafs die brechende Kraft von einem Verhältnifs der Stellung der Krystalltheilchen abzuhängen scheint.

§. 184.

Wird das Licht von Körpern zurückgeworfen, so behält selbiges, unter vielen Umständen, seine vorigen Verhältnisse zu der brechenden Kraft des durchsichtigen Zwischenkörpers; in gewissen Fällen aber zeigen die zurückgeworfenen Strahlen besondere Eigenschaften, welche denen von einer aufserordentlichen Brechung herrührenden ähnlich sind.

Beispiel.

Siehet man z. B. auf die unter einem Winkel von 52° 45' von der Oberfläche des Wassers zurückgeworfene Flamme einer Wachskerze, durch ein Stück isländischen Doppelspath, so verschwindet allemal das eine Bild, wenn der Krystall seine Drehung bis zum vierten Theil vollendet hat.

§. 185.

Läfst man einen Lichtstrahl auf eine glatte Glasfläche, unter einem Einfallswinkel von 35° 25' fallen, so ist der Reflexionswinkel dem Einfallswinkel gleich. Stehet eine an-

dere Glasplatte so, daſs der reflektirende Strahl unter dem nämlichen Winkel von 35° 25′ darauf fällt, so kann man diese zweite Platte um ihre Axe drehen, ohne daſs der Winkel sich verändert, welchen sie mit dem darauffallenden Strahle macht.

§. 186.

Bei dem Umdrehen dieses zweiten Glases bemerkt man einen merkwürdigen Umstand. Nimmt man nämlich die beiden Reflexionsflächen als einander parallel an, so wird in diesem Falle der Lichtstrahl von dem zweiten Glase eben so wie von dem ersten reflektirt, drehet man aber das zweite Glas in einem Viertel-Kreise herum, so daſs die reflektirenden Flächen eine senkrechte Richtung gegen einander erhalten, so gehet der ganze Strahl nun durch das zweite Glas und es wird nichts davon zurückgeworfen. Wird hingegen das zweite Glas noch einmal um einen Viertel-Kreis herumgedrehet, so daſs die reflektirenden Flächen wieder parallel werden; dann wird der Strahl wieder zurückgeworfen.

§. 187.

Aus jenen Beobachtungen ergiebt sich: daſs, wenn die reflektirenden Flächen parallel sind, das Licht zurückgeworfen wird; wenn solche aber senkrecht sind, dasselbe hindurchgehet. Dieses beweiset also, daſs das Licht das Glas in einer Lage durchdringen kann, in der andern aber nicht. Malus, welcher diese Beobachtung zuerst machte, glaubt, die Theilchen des Lichtes nähmen eine besondere Richtung an, ähnlich der des Kompas, unter dem Einflusse des Magnets, und nennt aus dem Grunde

jene Eigenschaft des Lichtes Polarisirung desselben. Brewster, Arago, Biot und E. G. Fischer haben diesen Gegenstand späterhin weiter bearbeitet.

(*Thomson System etc. Vol. I. pag.* 16. *Brewster* in den *Philosophical Transactions etc.* 1313. 1814. 1815. 1816 und 1817. *Arago* in den *Annales de Chimie etc. Tom. LXXXIV. Biot* in seinem *Traité de Physique expérimentale et mathématique.* Gilberts Annalen der Physik etc. B. 31. 32. 37. 38. 46 etc. Fischers Lehrbuch der mechanischen Naturlehre. 2te Auflage. Berlin 1814. 2. Theil. S. 295 etc.).

Brenngläser.

§. 188.

Wenn man parallele oder auch divergirend ausgehende Lichtstrahlen auf ein planconvexes oder ein biconvexes Glas fallen läſst, so gehet derjenige Strahl, welcher mit der Axe des Glases gleichlaufend ist, also senkrecht darauf fällt, unverändert hindurch. Alle übrige Strahlen hingegen, welche auſserhalb der Axe, also schief einfallen, werden dergestalt convergirend gebrochen, daſs sie sich hinter der entgegengesetzten Fläche des Glases in einem gemeinschaftlichen Punkte durchschneiden und darin die höchste Intensität des Lichtes und der Wärme herbeiführen. Eine solche Vorrichtung stellt ein Brennglas, und der Vereinigungspunkt für das Licht, seinen Brennpunkt dar. Ist der Brennpunkt des Glases sehr weit von dem Mittelpunkte der Linse entfernt, so läſst man die convergirend sich brechenden Strahlen durch

ein zweites biconvexes Glas (ein Collektivglas) von kurzer Brennweite hindurchgehen, um sie in seinem Brennpunkte zu vereinigen. Das Ganze muſs auf einem passenden Statif dergestalt vorgerichtet seyn, daſs beide in einer gemeinschaftlichen Axe liegenden Gläser gegen die auffallenden Sonnenstrahlen leicht hingeneigt werden können.

Die Loupe. Das Mikroscop.

§. 189.

Wenn man in den Brennpunkt einer kleinen biconvexen Glaslinse solcher Art, von kurzer Brennweite, eingefasset und mit einem passenden Handgriffe versehen (einem kleinen Brennglas), einen kleinen Gegenstand (z. B. einen kleinen Salzkrystall) bringt und das Auge über das Glas hält, so repräsentirt der Krystall sich vergröſsert. In diesem Falle wird das Brennglas ein Vergröſserungsglas, eine Loupe genannt, und macht ein unentbehrliches Instrument unter den chemischen Apparaten aus. Es ist begreiflich, daſs die vergröſsernde Wirkung der Loupe darauf gegründet ist, daſs der in ihrem Brennpunkte liegende Gegenstand die von ihm ausgehenden Lichtstrahlen divergirend auf die Loupe wirft, daher sie dem Auge parallel zugeführt werden. Je kürzer der Brennpunkt der Linse ist, desto stärker ist die Vergröſserung. Aus der Verbindung mehrerer Linsen im gehörigen Abstande ihrer Brennweiten entstehen zusammengesetzte Mikroskope.

Zertheilung des Lichts.

§. 190.

Wenn man ein Bündel Sonnenstrahlen durch eine kleine Oeffnung in ein dunkles Zimmer fallen läfst, dann solche mit einem dreiseitigen gläsernen Prisma auffängt und in einem gewissen Abstande ein weifses Papier dahinter hält, so erkennt man darauf eine längliche, an den Enden abgerundete Figur, ein Farbenbild *(Spectrum)*, welches aus sieben verschiedenen lebhaften Farben gebildet ist, von denen allmählig die eine in die andere überfliefst. Weil die auf das Prisma fallenden Lichtstrahlen im Glase gebrochen werden, so fällt das Farbenbild etwas unter der geraden Linie der Strahlen auf das Papier. In jenen Farben erkennt man, von oben nach unten gerechnet, Roth, Orange, Gelb, Grün, Hellblau, Dunkelblau, Violet. Theilt man das ganze Farbenbild in einen Kreis von 360 Graden, so nimmt der rothe Strahl 45°, der orange 27°, der gelbe 48°, der grüne 60°, der hellblaue 60°, der dunkelblaue 40° und der violette 80° ein. Diese Beobachtung wurde zuerst von Isaac Newton gemacht, und er schlofs daraus, dafs das weifse farbenlose Licht aus sieben verschieden gearteten farbigen Lichtstrahlen, in gedachter Ordnung, zusammengesetzt seyn müsse.

§. 191.

Läfst man einen oder den andern jener farbigen Lichtstrahlen durch ein zweites Prisma gehen, so gehet er unverändert hindurch. Werden hingegen die sämmtlichen farbi-

gen Strahlen durch ein Brennglas vereinigt, so erscheint im Brennpunkte desselben wieder ein farbenloses Lichtbild: auf welche Erscheinung Newton seine Farbenlehre gegründet hat.

Beispiel.

Man bewege eine Scheibe, die in sieben nach jener Gradenzahl geordnete Theile abgetheilt und mit den gedachten Farben ausgemalt ist, schnell um ihre Axe: die Farben werden verschwinden und alles wird weiſs erscheinen.

(*Isaac Newtoni opuscula, ed. Castilionei. Lausannae et Genevae.* 1744. *Tom. II. pag.* 371. *Prop. I. II. et III.*)

§. 192.

Auf die vorher gedachten Erscheinungen gegründet, nahm Newton an, daſs jene sieben Farben, in welche das Licht durch das Prisma zertheilt werden kann, als sieben einfache oder Grundfarben angesehen werden müſsten, aus deren Vermengung, unter verschiedenen Verhältnissen, alle übrige gemischte oder secundäre Farben hervorgehen. Er betrachtete ferner die farbigen Körper als solche, die von dem darauffallenden Lichte immer nur denjenigen farbigen Lichtstrahl nach unserm Auge zurückwerfen, unter dessen Farbe sie erscheinen; daſs dagegen diejenigen, welche alles Licht zurückwerfen, dem Auge weiſs, diejenigen hingegen, welche alles Licht einsaugen, dem Auge schwarz erscheinen müssen. Jene Ansichten sind indessen späterhin durch von Göthe und Seebecks Untersuchungen mannigfaltig abgeändert worden, und man muſs

abwarten, was das Resultat aller Untersuchungen darüber seyn wird.

(v. Goethe's Farbenlehre. Tübingen 1810. Seebeck von den Farben und dem Verhalten derselben gegen einander. In Schweiggers Journal für Chemie und Physik 1. Band S. 4 etc.).

§. 193.

Wenn man von dem gedachten Gesichtspunkte ausgehet, dafs die Körper nur in so fern dem Auge farbig erscheinen können, als sie das weifse Licht zerlegen, und nur bestimmte farbige Strahlen nach dem Auge zurückwerfen: so müssen auch verschieden geartete farbenlose Materien, die, indem sie sich chemisch durchdringen, die Eigenschaft besitzen, farbige Phänomene zu erzeugen, den zureichenden Grund davon in ihrer chemischen Veränderung haben; und es folgt daraus, dafs die Eigenschaft irgend eines Körpers, sich dem Auge unter einer besondern Farbe repräsentiren zu können, in dem Conflikt seiner chemischen Mischungstheile begründet seyn mufs.

Beispiele.

a. Farbenlose Eisenauflösung und farbenlose Gallussäure zusammengebracht, erzeugen auf der Stelle Schwarz.

b. Meist farbenlose Goldauflösung und farbenlose Zinnauflösung erzeugen beim Zusammentreten Purpurroth.

c. Farbenlose Eisenauflösung und farbenlose Lösung von blausaurem Eisenkali erzeugen auf der Stelle Blau.

d. Farbenlose Kupferauflösung und farbenlose Lösung von blausaurem Eisenkali erzeugen auf der Stelle Braun.

e. Farbenlose Kupferauflösung und farben-

lose Arsenikkalilösung erzeugen auf der Stelle Grün.

f. Farbenloses, trocknes, schwefelsaures Quecksilber, in kochendes Wasser gebracht, wird auf der Stelle feurig gelb.

g. Farbenlose weinsaure Spiefsglanzauflösung und Schwefelkalilösung erzeugen auf der Stelle Orange.

h. Farbenlose salpetersaure Quecksilberauflösung und chromsaures Kali erzeugen auf der Stelle Roth.

i. Grüne Pflanzenblätter, mit Chloringas in Berührung gebracht, werden blendend weifs.

§. 194.

Läfst man das (§. 190.) gedachte Farbenbild auf einen Tisch fallen und placirt in jede der sieben Farben die Kugel eines Thermometers, aufserhalb aber zwei andere Thermometer, nahe an die abgerundeten Enden des Bildes, so bieten sich folgende Erscheinungen dar:

1. Die Thermometer im violetten Strahl und aufserhalb demselben zeigen keine Erhöhung der Temperatur.
2. Im dunkelblauen Strahl wird ein schwaches Steigen des Quecksilbers im Thermometer bemerkt.
3. Stärker dehnt sich das Quecksilber aus, im grünen Strahl.
4. Noch höher zeigt sich die Wärme im orangegelben Strahl.
5. Sie steigt noch höher im rothen Strahl.
6. Aufserhalb dem Bilde, in einem gewissen Abstande vom rothen Ende desselben, steigt die Wärme am höchsten, so dafs die meiste Wärme in einer gröfsern Entfernung

nung vom rothen Ende des Farbenbildes entwickelt wird.

§. 195.

Jene Beobachtungen wurden zuerst durch Hutton und Herschel gemacht. Nach der Bemerkung des Letztern ergiebt sich, daſs, wenn die wärmende Kraft des violetten Strahls = 16 angenommen wird, die des grünen = 26 und die des rothen = 55 ist. Ein Thermometer steigt im rothen Strahl in zehn Minuten auf 7°, genau über den rothen Strahl hinaus aber, in derselben Zeit auf 9°, welches beweiset, daſs die wärmende Kraft des Farbenbildes sich über den rothen Strahl hinaus erstreckt.

(*Hutton Dissertation on Light and Heat, pag.* 59 *etc. Herschel in den Philosophical Transactions en* 1800.)

§. 196.

Jene Erfahrungen beweisen, daſs die Sonnenstrahlen bei ihrem Durchgange durch das Prisma in leuchtende gefärbte und in nicht leuchtende wärmende zertheilt und beide auf eine verschiedene Weise gebrochen worden; daher sie auch nach der Brechung nicht auf einerlei Stelle fallen, sondern zwei verschiedene Farbenbilder erzeugen, von welchen das wärmende das längste ist. Die dichtesten der wärmenden Strahlen, welche am wenigsten gebrochen werden, fallen etwas auſserhalb dem rothen; und die gefärbten Strahlen, welche die stärkste Brechung erleiden, fallen mit den weniger dichten erwärmenden auf eine Stelle.

§. 197.

Jene Erfolge sind indessen nicht bei allen Materien, welche das Licht zu brechen vermögen, immer dieselben, sondern die Substanzen, aus denen das Prisma angefertiget ist, haben auf den Erfolg einen wesentlichen Einfluſs. Doctor Seebeck hat gezeigt, daſs:

1. wenn das Prisma aus englischem Flintglase gemacht ist, der am meisten wärmende Punkt auſserhalb des rothen Strahles zu liegen kommt.
2. Daſs, wenn solches aus gewöhnlichem sogenannten Crownglase gemacht ist, der am meisten wärmende Punkt in den rothen Strahl selbst fällt.
3. Daſs, wenn man sich eines aus Glastafeln zusammengesetzten und mit Terpenthinöl gefülleten Prisma bedient, dann der am meisten wärmende Punkt in dem gelben Strahle zu liegen kommt.

(Seebek in Göthe's Farbenlehre, I. und II. Theil.)

Chemische Wirkung des farbigen Lichts.

§. 198.

Scheele war unstreitig der Erste, welcher die Beobachtung machte, daſs das farbenlose Chlorsilber (Hornsilber), welches, dem Sonnenlichte ausgesetzt, geschwärzt wird, im rothen Strahl des Farbenbildes keine merkbare Veränderung erleidet, daſs solches aber im äuſsersten Ende des violetten Strahls sehr stark geschwärzt

wird. Diese Beobachtungen sind auch von andern Chemikern späterhin bestätiget worden.

Beispiele.

a. Berard fand, wenn er die eine Hälfte der Strahlen des Farbenbildes, vom rothen Strahl an gerechnet, durch ein biconvexes Brennglas auffing, solche sich im Brennpunkte desselben, zu einem stark leuchtenden farbenlosen Lichte vereinigten, in welchem das Chlorsilber keine Veränderung erlitt. Die andere Hälfte vom violetten Strahl an gerechnet, gab dagegen bei der Vereinigung einen weniger leuchtenden Punkt, in welchem das Chlorsilber sogleich geschwärzt wurde.

b. Seebeck beobachtete, daſs, wenn Chlorsilber lange dem rothen Strahl ausgesetzt wird (mag er durch ein Prisma gebildet, oder durch rothes Glas erzeugt worden seyn) solches eine blaſsrosenrothe Farbe annimmt.

c. Eben derselbe fand, daſs, wenn ein Stückchen Papier mit einer völlig neutralen, am Tageslichte reducirbaren Goldauflösung bestrichen, und davon die eine Hälfte im Dunkeln aufbewahrt, die andere hingegen eine Zeit lang dem Sonnenlichte ausgesetzt wird, nun die letztere Hälfte im Dunkeln sich eben so reducirt, als wenn sie dem Tageslichte länger ausgesetzt gewesen wäre, dagegen die Erstere unverändert bleibt.

d. Ein Gemenge von Chloringas und Wasserstoffgas wird hinter dem violetten Strahl entzündet; welches hinter dem rothen oder dem gelben nicht der Fall ist.

e. Ritter hat bemerkt, daſs das im violetten Strahl geschwärzte Chlorsilber im rothen Strahl wieder weiſs wurde. Er schlieſst daraus, daſs der violette Strahl reducirend, der rothe hingegen oxydi-

rend wirke; welchen Beobachtungen jedoch andere Erfahrungen widersprechen.

f. Die sogenannten Lichtmagnete (der Schwefelkalk, das Schwefelbaryum, das Schwefelstrontium, der Diamant, verschiedene Flusſsspate etc.), welche die Eigenschaft besitzen, nachdem sie vorher eine Zeit lang dem Sonnenlichte ausgesetzt gewesen sind, nun im Dunkeln zu leuchten, erzeugen jenes Phänomen (nach Ritter und Wilson) vorzüglich durch das violette Licht. Jene im Dunkeln leuchtenden Körper verlieren aber diese Eigenschaft sogleich, wenn sie dem rothen Strahl ausgesetzt werden.

g. Reine farbenlose concentrirte Salpetersäure wird bei der Einwirkung des Sonnenlichtes in Sauerstoffgas und Stickstoffoxydgas zerlegt.

h. Die grünen Blätter und die farbigen Blumen der lebenden Pflanzen werden im Dunkeln bleich und nehmen im Sonnenlichte ihre Farbe wieder an.

i. Mehrere Insekten, welche, so lange sie unter der Erde leben, farbenlos erscheinen, nehmen, wenn sie mit dem Tageslichte in Berührung kommen, die schönsten Farben an.

k. Menschen und andere Thiere erkranken und werden bleichsüchtig, wenn sie lange an dunkeln Orten leben. Sie gesunden wieder am Tageslichte und an der Sonne, und zeigen so den wohlthätigen Einfluſs des Lichtes.

(Grotthous in Schweiggers Journal für Chemie und Physik. 3. B. S. 155. Berard in den *Annales de Chimie etc. Tom. LXXXV.* und in Gilberts Annalen der Physik etc. 46. B. S. 376. Seebeck in Schweigg. Journ. etc. 2. B. S. 263. etc.)

Leitung des Lichtes.

§. 199.

Wenn die Lichtstrahlen durch vollkommen durchsichtige Körper hindurchgehen, (z. B. trockne Luft), dann werden sie wenig oder gar nicht zerlegt, und der Körper nimmt daher auch fast gar keine Wärme an. Jene Materien werden daher Lichtleiter (*Conductores Lucis*) genannt. Die Freiwerdung der Wärme aus dem Lichte erfolgt in dem Maſse immer mehr, je mehr ihre Durchsichtigkeit abnimmt. Ganz dunkle, völlig undurchsichtige Körper, welche alles Licht einsaugen, müssen daher auch allemal mehr Wärme aussondern.

Beispiele.

a. Die Atmosphäre auf hohen Bergen ist aus dem Grunde kalt, weil die Sonnenstrahlen in der reinen trocknen Luft nur wenig Wärme absezzen; zumal dort auch die Sonnenstrahlen nur auf eine unbedeutende Körpermasse fallen; ferner, weil dieselben in der wärmsten Zeit auf die Abhänge der Berge nur in schiefer Richtung, also weniger dicht einfallen und endlich, weil die sich ja etwa entwickelte Wärme durch die Luft fortgeführt wird.

b. Glas und Wasser sind schlechte Leiter für das Licht. Sie zersetzen daher schon einen Theil der Lichtstrahlen bei ihrem Durchgange und werden dadurch erwärmt. Daher ist das Meer in einer gewissen Tiefe auch immer weniger warm, als der Erdboden in gleicher Tiefe; welches natürlich daraus folgt, daſs der Erdboden ein dunkler Körper ist, folglich meist alles Licht einsaugt und meist alle Wärme ausscheidet.

Lichtmesser.

§. 200.

Wenn man von zwei völlig harmonirenden Thermometern die Kugel des einen mit Kienrufs schwarz färbt, die des zweiten aber unbedeckt läfst, so zeigen beide, im Dunkeln beobachtet, keinen Unterschied im Stande des Quecksilbers. Am Tageslichte steigt aber das Quecksilber im geschwärzten Thermometer höher als im andern und zwar um so mehr, je stärker das Licht ist, welches auf beide fällt. Pictet, welcher jene Vorrichtung zuerst erfunden hat, nennt sie einen Lichtmesser (*Photometron*), und sie kann in der That als ein Mittel angesehen werden, die Intensität des Lichtes dadurch zu messen.

§. 201.

Leslies, welcher mit einem ähnlichen Photometer mehrere Untersuchungen angestellet hat, fand, dafs die Intensität des Sonnenlichts zu der des Lichtes einer Wachskerze sich verhält, wie 12000 : 1; woraus also hervorgehet, dafs ein Theilchen der Sonne von der Gröfse der Flamme einer Wachskerze, eine eben so grofse Helligkeit verbreiten mufs, als 12000 Wachskerzen verbreiten können. Leslies hat jenes Instrument auch benutzt, um die Durchsichtigkeit der Körper damit zu messen. Als Resultat dieser Untersuchung ergab sich:

1. dafs von hundert Lichtstrahlen der trockne Cambric nur 80 durchliefsen.
2. Nasser Cambric hingegen liefs 93 hindurch.

3. Feines Papier liefs von 100 Strahlen nur 49 hindurch.
4. Dasselbe Papier, vorher geölt, gestattete den Durchzug von 80 Strahlen.

§. 202.

Aus allem diesen ergiebt sich, dafs die Lichtstrahlen, so wie solche von der Sonne zu uns gelangen, an sich selbst nicht warm sind, sondern dafs sie erst dann die Empfindung der Wärme erzeugen können, wenn sie von Körpern eingesaugt und dadurch zersetzt werden, die keine Leitungsfähigkeit, oder nur eine sehr geringe, für das Licht besitzen; welches der vormaligen Meinung entgegengesetzt ist, nach der man glaubte, dafs die Sonnenstrahlen nur dadurch warm werden könnten, dafs sie einen auf der Erde befindlichen Wärmestoff in Bewegung setzten. Wir sehen vielmehr, dafs das Licht als ein Produkt der Verbindung aus leuchtenden und aus wärmenden Strahlen betrachtet werden mufs; dafs es nur leuchten kann, wo keine Zersetzung desselben Statt findet; dafs solches aber als Wärme wirkt, wo die leuchtenden Strahlen vom Körper eingesaugt und die wärmenden ausgesondert werden.

Lichtstoff. Lichtzeugender Stoff.

§. 203.

Wir übergehen hier die verschiedenen Theorieen, welche Newton und Euler, jener in seinem Emanations-System, der letztere in seinem Oscillations-System, über die Natur des Lichts aufgestellt haben, als zur Geschichte

der Physik gehörig. Es entsteht aber hier die Frage: Giebt es einen eigenen Lichtstoff, oder lichtzeugenden Stoff (*Photogenium*)? und kann derselbe, als ein eigenes Element betrachtet, sich mit andern Elementen chemisch mischen und in dieser Mischung eigne Produkte erzeugen? Ist das Licht, welches wir beim Leuchten des Phosphors im Dunkeln wahrnehmen, ohne daſs er vorher dem Tageslichte ausgesetzt ward, und das Licht, welches wir beim Brennen anderer irdischer Körper wahrnehmen (das Feuerlicht) von dem Sonnenlichte wesentlich verschieden oder nicht? und wenn wir es mit dem Sonnenlichte als gleichartig ansehen müssen, wo kommt es her? ist es der verbrennliche Körper? oder ist es das zu seinem Verbrennen nothwendig mitwirkende Sauerstoffgas, aus welchem das Phänomen des Lichts erzeugt wird? oder sind es beide zusammengenommen? Warum reduciren sich die Oxyde der edlen Metalle nicht in dunkler Wärme, sondern nur unter der Mitwirkung des Lichtes?

§. 204.

Lavoisier, dem der chemische Theil der Naturwissenschaft so viel Aufklärung verdankt, hat das Licht fast ganz unbeachtet gelassen. Indem er aber die mit der Erscheinung des Lichtes verbrennenden Körper (Phosphor, Schwefel, Kohle, Metalle etc.) als unzerlegbare Substanzen ansiehet, das Sauerstoffgas hingegen aus Sauerstoff und Wärme verbunden bestehen läſst, und das Licht als eine Modifikation der Wärme betrachtet, war es ihm auf diesem Wege leicht, das Phänomen des Lich-

tes, welches das Brennen der Körper begleitet, aus dem zerlegten Sauerstoffgas zu demonstriren. Der Verfasser, und mit ihm mehrere andere Chemiker der spätern Zeit, suchten dagegen die Quelle des Lichtes beim Brennen der Körper in den verbrennlichen Substanzen und nannten jenes in ihnen vorausgesetzte lichtbildende Wesen, lichtzeugenden Stoff. Sie betrachteten daher den Prozeſs des Verbrennens als den Erfolg einer wechselseitigen entmischenden Affinität, zwischen den Bestandtheilen des Sauerstoffgases und denen der verbrennlichen Körper; wornach also der Sauerstoff sich mit dem verbrennlichen Substrate verbindet, der aus selbigem sich ausscheidende Lichtstoff hingegen mit dem aus dem Sauerstoffgas frei werdenden Wärmestoff in Anziehung tritt, und in dieser Verbindung ein strahlendes Licht entwickelt wird.

(*Lavoisier Traité élémentaire de Chimie. Tom. I. pag.* 30. Lavoisiers System der antiphlogistischen Chemie, übersetzt von Hermbstädt. 1792. 1. Bd. S. 26 etc.).

§. 205.

Auf jene Hypothese gestützt, erklären sie die Art, wie an sich nicht warme Lichtstrahlen, wenn sie auf dunkle Körper fallen, dadurch Wärme in ihnen erzeugen, daraus, daſs sie den Lichtstoff an jene Substanzen absetzen und den Wärmestoff als freie Wärme ausstrahlen lassen. Sie erklären ferner die Entstehung der Farben daraus, daſs sie annehmen, der Lichtstoff, in der neutralen Mischung mit dem Wärmestoff,

erzeuge blofs leuchtendes, nicht wärmendes Licht; dieses mit einem verhältnifsmäfsigen Ueberschufs des Lichtstoffes verbunden, erzeuge das farbige Licht. Diese Hypothese ist zur Zeit nur von wenigen Chemikern beachtet, aber auch noch nicht widerlegt worden. Sie verdient daher wohl aufs neue in Untersuchung genommen zu werden.

(Hermbstädt *Essai d'une théorie nouvelle de l'existence et des Qualités des Elémens physiques, déduite des phénomènes généraux.* In den *Mémoires de l'Academie des Sciences de Berlin* 1805. *pag.* 105 *etc.* Derselbe, *Recherches sur la manière dont les corps naturels ont leurs couleurs, et Essai d'une nouvelle explication de ce phénomène.* In den *Mémoires de l'Academie de Berlin* 1804. *pag.* 97 *etc*).

Zweite Abtheilung.

Von dem Wärmestoff und der Wärme.

§. 206.

Die Empfindung der Wärme (*Calor*) oder der Hitze (*Aestas*) ist das Resultat einer in den empfindbaren Organen unsers Körpers veranlaseten Ausdehnung oder Spannung. Man schreibt sie der expansiven Thätigkeit einer eigenthümlichen Materie zu, welche Wärmestoff (*Caloricum*) oder wärmezeugender Stoff (*Termogenium*) genannt wird. Dieser Ansicht zufolge sind also Wärmestoff und Wärme wie Ursache und Wirkung von einander zu unterscheiden. Abwesenheit der Wärme erregt das Gefühl der Kälte (*Frigus*); die Kälte

mufs daher als das Negative der Wärme betrachtet werden.

Wirkung der Wärme auf andere Körper.

§. 207.

Wenn die Wärme sich im Zustande der Freiheit befindet, so bewegt sie sich in geradlinigen Strahlen, gleich dem Lichte; aber diese Strahlen sind dem Auge nicht sichtbar, ihr Daseyn kann blofs durch das Gefühl wahrgenommen werden. Die Geschwindigkeit ihrer Bewegung kommt unstreitig der des Lichtes gleich; auch lassen sie sich, gleich jenen, durch Brennspiegel zurückwerfen und begründen dadurch ihre Materialität. Treten die Wärmestrahlen mit andern Objecten in Berührung, so können, nach der verschiedenen Beschaffenheit derselben, drei verschiedene Erfolge daraus hervorgehen, das heifst:

1) Die Wärme tritt entweder mit einem andern Körper in Adhäsion, und dann ist sie als empfindbare Wärme darin wahrzunehmen. Der Körper wird dadurch im Umfange erweitert (er wird ausgedehnt), ohne seine sonstige Form zu ändern. Oder
2) sie tritt mit dem Körper in Cohäsion; dann ändert sie seine Form, ohne als freie Wärme darin wahrnehmbar zu seyn, d. h. der vorher starre Körper wird in die Form einer tropfbaren Flüssigkeit oder eines Dunstes umgewandelt und gehet wieder in die erstere Form zurück, wenn er erkaltet. Oder
3) sie tritt mit dem Körper in chemische

Anziehung: dann wird er dadurch in die permament elastische oder Gasform umgewandelt, die durch keinen Grad der Kälte vernichtet werden kann.

Thermometer. Thermoscope.

§. 208.

Materien, welche beim Eindruck der freien strahlenden Wärme in gleichen Zeiten auch gleiche Grade der Volumausdehnung wahrnehmen lassen, dienen dazu, die Intensitäten der ihnen adhärirenden Wärme zu bestimmen; sie werden daher Wärmezeiger (*Thermoscopia*), oder Wärmemesser (*Thermometra*), genannt, welcher Name aus den griechischen Wörtern θερμός (warm) und μετρον (Maſs) gebildet ist.

§. 209.

Jedes als Instrument zum chemischen Gebrauch bestimmte Thermometer setzt drei wesentliche Theile voraus, diese sind: 1) eine thermoscopische Substanz, welche einer immer gleichförmig bleibenden Spannung durch die Wärme fähig ist; 2) ein passendes Gefäſs, in welchem sich solche eingeschlossen findet; 3) eine Skale oder Gradleiter, mittelst welcher die Grade der Ausdehnung in der thermoscopischen Substanz bestimmt werden können. Zur thermoscopischen Substanz wählt man entweder Quecksilber oder Luft. Der Weingeist kann nur dann gebraucht werden, wenn Grade der Kälte erforscht werden sollen, die unter den Gefrierpunkt des Quecksilbers hinabfallen.

§. 210.

Ein gewöhnliches Thermometer bestehet aus einem genau kaliberirten, sehr engen gläsernen Rohre, das an seinem einen Ende mit einer kleinen hohlen gläsernen Kugel verbunden, am entgegengesetzten aber zugeschmolzen ist. Die Kugel und ein Theil des Rohrs sind mit der gewählten thermoscopischen Substanz, am besten reinem Quecksilber, gefüllt. Der Raum über dem im Rohre stehenden Quecksilber und seinem zugeschmolzenen Ende muſs von der darüber stehenden Luft entleert seyn.

Thermometer-Skale.

§. 211.

Um die Skale am Thermometer abzutheilen, werden zwei feste Punkte zur Basis genommen: 1) der Gefrierpunkt (*Punctum congelationis*), wobei reines Wasser gefriert, oder Schnee schmilzt; 2) der Siedpunkt (*Punctum ebulitionis*), wobei reines Wasser in offenen Gefäſsen siedet. Zwischen diesen beiden festen Punkten ist der Raum in gleiche Theile abgetheilt, welche Grade genannt werden.

§. 212.

Um Thermometer zu erhalten, mit denen man bei höhern Graden der Wärme arbeiten kann, als diejenigen, wobei das Wasser siedet; und bei niedrigern, als die, wobei das Wasser gefriert, müssen die Röhren sehr lang seyn, um die Grade über den Siedpunkt hinauf, und unter den Gefrierpunkt hinunter fortführen zu können. Um sie zu bezeichnen, setzt man demjenigen Wärmegrad, welcher über den

Gefrierpunkt hinaufgehet, das Zeichen + (*plus*), hingegen demjenigen, welcher unter den Gefrierpunkt hinuntergehet, das Zeichen — (*minus*) vor; z. B. + 10°, oder — 10°.

§. 213.

Unter den vielfältigen Abtheilungen, welche die Physiker für die Graduirung der Thermometer-Skalen vorgeschrieben haben, hat man die Reaumur'sche, die Celsius'sche und die Fahrenheit'sche Skale am allgemeinsten in Gebrauch gesetzt; weniger die von Delisle angegebene. Da aber die Grade von allen sich leicht auf einander reduciren lassen, so kann in der That eine einzige Skale statt aller übrigen dienen.

a) Das Reaumur'sche Thermometer hat seinen Gefrierpunkt bei Null und seinen Siedpunkt bei 80; es wird daher auch das achtziggrädige Thermometer genannt.

b) Das Celsius'sche Thermometer hat seinen Gefrierpunkt gleichfalls bei Null, seinen Siedpunkt aber bei 100. Seine Skale wird daher auch die hunderttheilige oder Centesimal-Skale genannt.

c) Das Fahrenheit'sche Thermometer, dessen Skale in 212 Grade eingetheilt ist, hat bloſs einen immaginären Gefrierpunkt. Sein wahrer Gefrierpunkt, welcher mit Null Grad Reaumür oder Celsius übereinstimmt, ist sein 32ster Grad von Null aufgerechnet. Sein Siedpunkt ist durch 212 angedeutet.

d) Das Delisle'sche Thermometer ist zwischen dem Gefrierpunkte und dem Sied-

punkte in 150 Grade abgetheilt. Sein Siedpunkt ist mit 0, sein Gefrierpunkt hingegen, mit 150 bezeichnet.

Reduktion jener Thermometer-Skalen.

§. 214.

Da sich 80 Grade Reaumur zu 100 Graden Celsius verhalten wie 4:5, und zu 180 Fahrenheit wie 4:9, so folgt daraus, daſs jeder Grad Celsius $1\frac{1}{4}$° Reaumur, und jeder Grad Reaumur $2\frac{1}{4}$ Grad Fahrenheit gleichkommen muſs; wornach also die Reduktion leicht gemacht werden kann.

a) Es zeige z. B. das Reaumur'sche Thermometer + 60°, und man will wissen, wie viel solches nach Celsius betrage, so haben wir hier folgende Proportion: $4:5 = 60:x$ also $\frac{5 \times 60}{4} = 75$ Grade Celsius.

b) Es zeige das Celsius'sche Thermometer + 80°, und man will wissen, wie viel solches nach Reaumur betrage, so haben wir hier folgende Proportion: $5:4 = 80:x$, also $\frac{4 \times 80}{5} = 64$ Grade Reaumur.

c) Es zeige das Reaumur'sche Thermometer 75°, und man will wissen, wie viel solches nach Fahrenheit beträgt, so haben wir hier folgende Proportion: $4:9 = 75:x + 32$, also $\frac{9 \times 75}{4} + 32 = 200{,}75$ Grad Fahrenheit.

d) Es zeige das Fahrenheit'sche Thermo-

meter 180 Grade, und man will wissen, wie viel solches nach Reaumur beträgt, so haben wir hier folgende Proportion: $9:4 = 180 - 32:x$, also $480 - 32 = \frac{148 \times 4}{9} = 65\frac{7}{9}$ Grad Reaumur.

Anmerkung. Eine von Chompré berechnete sehr ausführliche Tabelle zur Vergleichung der Fahrenheit'schen, der Celsius'schen und der Reaumur'schen Grade findet sich in den *Annales de Chimie etc. Tom. LXVI.* und in Wolffs Supplement zu seinem chem. Wörterbuche 4ter Band. 1819. Seite 26 etc. abgedruckt.

§. 215.

Für den Gefrierpunkt am Thermometer hat man den Grad der Wärme gewählt, wobei Eis und Schnee schmelzen, reines Wasser aber gefriert; welches allemal ein constanter Punkt ist. Der Siedpunkt ist hingegen veränderlich, weil, wie de Luc zuerst gezeigt hat, solcher jedesmal von dem Drucke der Atmosphäre abhängig ist, wobei das Wasser siedet. Thermometer, deren Siedpunkt bei einem gegebenen Barometerstande (z. B. 28 Pariser Zoll) bestimmt ist, können daher auch allein harmonirend seyn; sie werden de Luc'sche Thermometer genannt.

Chemische Thermometer.

§. 216.

Um Thermometer für den chemischen Gebrauch zu erhalten, die, ohne eine Zerstörung zu erleiden, in jede, selbst scharfe Flüssigkeit eingetaucht werden können, läſst man die Skale, sie mag auf Papier oder auf Milchglas abgetheilt

theilt seyn, in einen am Thermometerrohre angebrachten, etwas weiten gläsernen Cylinder (*Tab. I. Fig.* 23.) einschliefsen.

Leslies Differenzial-Thermometer.

§. 217.

Um sehr kleine Veränderungen in der Wärme eines Körpers anzudeuten, bedient man sich, als thermoscopische Substanz, der atmosphärischen Luft. Vorrichtungen solcher Art werden Luftthermometer genannt. Eines der besten Instrumente dieser Art ist das von Leslies angegebene Differenzial-Thermometer (*Tab. I. Fig.* 24.) Es ist aus zwei gläsernen Röhren von ungleicher Länge angefertiget, von welchen jede einzelne an dem einen Ende sich in eine hohle Kugel endiget, die an dem entgegengesetzten sich etwas im Durchmesser erweitert. In die am längeren Rohre befindliche Kugel bringt man etwas durch Carmin gefärbte Schwefelsäure. Die Röhren werden hierauf vor der Schmelzlampe vereinigt und nur unter zweien rechtwinkligen Schenkeln gebogen, dann mit dem untern horizontalen Theile in einem Statif befestiget. An dem einen Schenkel befindet sich eine Skale angebracht. Der Fundamentalabstand zwischen der Wärme des siedenden Wassers und dem schmelzenden Eis ist in 100 gleiche Theile und von diesen jeder einzelne wieder in 10 Theile abgetheilt. Für den Zustand des Gleichgewichts fällt die obere Fläche der Schwefelsäure genau mit dem Nullpunkt der Skale zusammen. Die Kugel, an welcher

sich die Skale befindet, wird die Focalkugel genannt.

§. 218.

Werden die beiden, auf jeder Seite der Flüssigkeit liegenden Schenkel des Instruments derselben Wärme ausgesetzt, so wird auch die in jedem einzelnen enthaltene Luft gleichförmig erwärmt; sie mufs daher auch eine gleiche Gewalt auf die Flüssigkeit ausüben, folglich kann sie nicht aus der Stelle getrieben werden. Wird hingegen der eine Schenkel stärker als der andere erwärmt, so erhält die in ihm eingeschlossene Luft einen höhern Grad der Elasticität, wodurch die Flüssigkeit nach der entgegengesetzten Seite hingetrieben wird. Das Instrument wird also nur von dem Unterschiede der Wärme afficirt, welche auf beide Kugeln wirkt, daher solches Differenzial-Thermometer genannt worden ist.

(*John Leslie's experimental inquiry in to the nature and propagation of heat. London* 1804. *pag.* 9).

Vertheilung der Wärme.

§. 219.

Wenn man die Kugel eines Thermometers mit irgend einem Körper in Berührung bringt, so wird die in ihm eingeschlossene Quecksilbersäule entweder verlängert oder sie wird verkürzt, je nachdem solcher durch den berührenden Körper Wärme mitgetheilt oder entzogen wird. Der Grad, welchen die Skale andeutet, nennt man die Temperatur (*Temperies*) des Körpers.

§. 220.

Werden gleichartige Substanzen, bei gleichem Volum oder gleichem Gewichte, aber von verschiedener Temperatur, mit einander in Berührung gebracht, so setzt sich die Wärme zwischen beiden ins Gleichgewicht, der kältere Theil entziehet dem wärmern einen Theil seiner Wärme, bis beide gleichviel davon enthalten, und ein hineingebrachtes Thermometer eine Temperatur andeutet, die genau das arithmetische Mittel der beiden vorhergehenden Temperaturen ausmacht. Nennt man die Massen beider Körper *M* und *m*, und bezeichnet man ihre Temperaturen durch *T* und *t*, so findet sich die gesuchte Temperatur des Gemenges, wenn man die Massen mit den Temperaturen multiplicirt und das Produkt durch die Summe der Massen dividirt, da denn der Quotient die gesuchte Temperatur $= x$ angiebt. Also:

$$\frac{M \times T + m \times t}{M + m} = x.$$

Beispiele.

a. Man menge 2 Theile Wasser von 50° Reaumur und 1 Theil von 25° Reaumur zusammen, so wird das Thermometer in der Flüssigkeit $41\frac{2}{3}$° Temperatur anzeigen; denn hier haben wir $\frac{2.\ 50 + 1.\ 25}{2 + 1}$ $= \frac{125}{3} = 41\frac{2}{3}° = x.$

b. Mengt man 3 Theile Wasser von 75° mit 2 Theilen von 18°, so erhält man zur gemeinschaftlichen Temperatur $\frac{3.\ 75 + 2.\ 18}{3 + 2} = \frac{261}{5} = 52\frac{1}{5}° = x.$

(*Richmann de Quantitate caloris etc.* In den

Nov. Coment. Academ. Petropolit. Tom. I. pag. 152 *etc.*).

Wärmeleiter.

§. 221.

Wenn man eine Anzahl verschieden gearteter Körper, welche keine einsaugende cohärirende Kraft für die Wärme besitzen, einer gemeinschaftlichen Temperatur unterwirft, so lassen sie die empfangene Wärme unter verschiedenen Graden der Geschwindigkeit durch sich hindurchströmen. Jene Eigenschaft nennt man Leitungsfähigkeit der Körper für die Wärme; und Körper, welche diese Eigenschaft besitzen, werden Wärmeleiter (*Conductores calorici*) genannt. Man beurtheilt die Wärmeleitungskraft der Körper 1) entweder dadurch, daſs man selbige einer gemeinschaftlichen Hitze aussetzt und die Verschiedenheit der Temperaturen beobachtet, welche sie in einer gleich langen Zeit angenommen haben. Oder 2) indem man, wenn sie einerlei Temperatur angenommen haben, nun die Differenz der Zeiten beobachtet, welche sie erfordern, um wieder auf eine gemeinschaftliche niedere Temperatur zurück zu kommen.

Beispiele.

a. Man verbinde verschiedene Würfel oder Kugeln von Metall, von Stein, von Holz u. s. w., jedes für sich, mit der Kugel eines Thermometers und setze sie gleich lange Zeit einer gemeinschaftlichen Wärme aus; sie werden eine sehr verschiedene Temperatur angenommen haben.

b. Man placire Stäbe von Metall, von Porzellan, von Holz u. s. w. auf einem kleinen Tische.

Man verbinde jeden einzelnen Stab an seinem oberen Ende mit Wachs und umgebe nun den Tisch in einem Gefäſse mit erhitztem Sande. Aus der Differenz der Zeiten, in welcher das Wachs schmilzt, wird man die Differenz der Leitungsfähigkeiten jener Körper für die Wärme erkennen.

§. 222.

So weit unsere Erfahrungen über die wärmeleitende Kraft der Körper reichen, sind die Metalle die stärksten Wärmeleiter und zwar in folgender Ordnung: Silber, Gold, Kupfer, Platin, Eisen, Blei. Diesen folgen der Diamant, der Topas, das Glas, der Kiesel, die lockeren Erden. Diesen folgen wieder trockne stillstehende Luft, Federn, Wolle und Thierhaare überhaupt; dann Kohle und Stroh. Alle stärkere Wärmeleiter fühlen sich kalt an, weil sie der Hand Wärme entziehen.

§. 223.

Auf die verschiedene Leitungsfähigkeit der Körper für die Wärme gründet sich die Wahl der Bekleidung für den Winter und den Sommer: das Umgeben der Bäume und das Bedecken andrer Pflanzen mit Stroh im Winter; die Wahl der doppelten Fenster im Winter, wegen der zwischen ihnen eingeschlossenen stillstehenden, schlecht leitenden Luft; der Vorzug der Kachelöfen vor den eisernen, welche erstere zwar langsamer heitzen als die letztern, die Wärme aber länger anhalten. Das Einlegen der Sohlen von Filz und von Pferdehaaren in die Schuhe und Stiefeln schützt im Winter vor dem Erfrieren der Füſse.

Capacität der Körper für die Wärme; specifike Wärme; comparative Wärme.

§. 224.

Wenn heterogene Materien von gleichen Gewichten, aber von verschiedenen Temperaturen gemengt werden, so ist die Temperatur des Gemenges nicht mehr das arithmetische Mittel zwischen den Temperaturen der Körper vor der Vermengung; sondern hier richtet sich dieselbe nach der Fähigkeit der Materien, die freie Wärme in ihre Zwischenräume aufzunehmen, sie zu verbergen und für das Thermometer unwirksam zu machen. Jenes Vermögen der Körper, bei ungleichen Massen der Wärme, welche sie enthalten, dennoch gleiche Temperaturen zu äufsern, wird Capacität derselben für die Wärme genannt.

§. 225.

Man kann sich drei verschiedener Wege bedienen, um die Capacität der Körper für die Wärme auszumitteln:

1. Indem man zwei heterogene Körper von gleichen Gewichten, aber ungleichen Temperaturen, mit einander mengt und nun aus der Temperatur des Gemenges auf die Menge der Wärme schliefst, welche der wärmere Körper hergegeben hat.
2. Indem man untersucht, wie viel Eis geschmolzen werden kann, während ein damit umgebner warmer Körper erkaltet.
3. Indem man einen erhitzten Körper in einem Zimmer frei aufhängt und nun beob-

achtet, wie viel Zeit er gebraucht, um zu erkalten.

Im ersten Fall findet man die Capacität, wenn die des Wassers zur Einheit angenommen und die des untersuchten Körpers damit verglichen wird.

Beispiele.

a. Gleiche Gewichte Leinöl von 70° und Wasser von 100° Fahrenheit menge man unter einander; das Gemenge wird eine Temperatur von 90 Grad zeigen. Hier hat also das Wasser 10° seiner Wärme an das Oel abgesetzt, welches aber dadurch um 20° in der Temperatur erhöhet worden ist; folglich verhält sich die Capacität des Wassers zu der des Oels wie 20 : 10 d. i. wie 2 : 1.

b. Werden gleiche Gewichte Quecksilber von 110° Fahrenheit und Wasser von 44° mit einander gemengt, so zeigt die Temperatur des Gemenges 47°. Hier verlor also das Quecksilber 63° Wärme, die sich auf das Wasser warf, solches aber nur um 3° in der Temperatur erhöhete. Folglich verhält sich die Capacität des Wassers zu der des Quecksilbers wie 63 : 3, d. i. wie 21 : 1.

c. Dalton fand, dafs, wenn gleiche Volumina Wasser und geschmolzener Wallrath, von gleichen Temperaturen, erkalten, das Wasser 29, der Wallrath hingegen nur 14 Minuten Zeit erforderte.

(Benzenberg in Gilberts Annalen der Physik. Neueste Folge. 1819. 31. Band, S. 363 etc.).

§. 226.

Aus dem, was über die Capacität der Körper für die Wärme erörtert ist, folgt, dafs verschieden geartete Körper, wenn ihre Gewichte und ihre Temperaturen sich gleich sind, dennoch verschiedene Mengen Wärme in sich

enthalten können. Jene ungleiche Masse der Wärme, welche verschieden geartete Körper von gleichförmiger Temperatur enthalten, verglichen mit der in einer gleichgroſsen Masse Wasser von gleicher Temperatur, nennt man die specifike oder eigenthümliche Wärme derselben. Weil solche nur aus der Vergleichung mit der des Wassers ausgemittelt werden kann, wird sie auch comparative Wärme der Körper genannt. Jene Benennungen unterscheiden sie von der absoluten Wärme, womit diejenige bezeichnet wird, die ein Körper, ohne Rücksicht auf seine Masse, besitzen kann.

Einsaugung der Wärme. Cohärirende Wärme.

§. 227.

Wenn man Schnee oder Eis in einem Gefäſse über gelindes Feuer bringt, so werden sie tropfbar-flüssig, ohne ihre Temperatur merklich zu verändern, so lange noch Theile des nicht geschmolzenen darin vorhanden sind. Das daraus gebildete Wasser zeigt noch unverändert die vorige Temperatur des Schnee's oder des Eises, nämlich 32° Fahrenheit oder 0° Reaumur. Ist aber alles tropfbar geworden, dann erhöhet sich die Temperatur der Flüssigkeit zunehmend. Man siehet hieraus sehr deutlich, daſs das starre Wasser (Schnee oder Eis) vermögend war, einen Theil Wärme einzusaugen und für das Thermometer unwirksam zu machen; der aber dazu diente, dem starren Wasser die tropfbar-flüssige Form zu ertheilen, ohne seine Temperatur zu erhöhen. Dieser Theil

wird die cohärirende Wärme des Wassers genannt.

Beispiel.

Man menge gleiche Gewichte reines Wasser von 172° Fahrenheit und Eis oder Schnee von 32° Fahrenheit mit einander. Das Eis wird nach und nach schmelzen, aber die Temperatur des daraus gebildeten Wassers wird unverändert 32°, also die die des Eises bleiben. Es muſs also das Eis dem Wasser 140° Wärme entzogen haben, um dadurch seine Form zu ändern und tropfbar zu werden; denn 172 — 140 ist = 32. Hieraus folgt also: daſs Wasser von 32° Fahrenheit oder 0° Reaumur, stets so viel Wärme cohärirend gebunden halten muſs, als vermögend seyn würde, im freien Zustande eine Temperatur von 140° Fahrenheit oder 48° Reaumur zu erregen.

§. 228.

Was wir hier erfolgen sehen, wenn Eis und warmes Wasser mit einander in Berührung treten, erfolgt auch bei allen übrigen in der Wärme schmelzbaren Körpern; sie saugen allemal einen Theil der auf sie wirkenden freien Wärme ein und machen sie unwirksam auf das Thermometer, während sie selbst dadurch in die liquide Form übergehen. Das Schmelzen der Körper im Feuer ist daher nichts anders, als der Erfolg seiner cohärirenden Verbindung mit der Wärme, und da, wo die Wärme cohärirend gebunden wird, muſs die Entstehung der Kälte allemal eine Folge davon seyn.

Entstehung der Kälte.

§. 229.

Wenn krystallinische Salze oder andere Materien, welche festes Wasser als Krystallwasser gebunden halten, mit flüssigem Wasser in Lösung gesetzt werden, so wird dem letztern durch das feste Wasser ein Theil seiner adhärirenden Wärme entzogen, um dem festen Krystallwasser eine liquide Form zu ertheilen. Durch diese Beraubung der Wärme entstehet Kälte, die durch ein in die Flüssigkeit getauchtes Thermometer wahrgenommen werden kann.

Beispiel.

Man löse salpetersaures Ammoniak, oder auch krystallinisches Glaubersalz, in Wasser auf, dessen Temperatur vorher bestimmt war; nach dem Maaſse, daſs die Lösung erfolgt, wird ein bedeutender Grad von Kälte erzeugt werden.

§. 230.

Hierauf gründet sich die Darstellung der verschiedenen Kälte erzeugenden Gemenge, mittelst welchen, da wo es Bedürfniſs ist, oft sehr auffallende Grade von Kälte hervorgebracht werden können. Walker und Lowitz haben die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Erfahrungen darüber mitgetheilt.

Mengungen.	*Temperatur vor der Mengung.*	*Temperatur nach der Mengung.*
	Fahr. *Reaum.*	*Fahr.* *Reaum.*
a. 5 Theile Salmiak 5 — Salpeter 16 — Wasser	$+50° = +8°$	$+10° = -9{,}78°$
b. 1 Theil salpetersaures Ammoniak 1 — Wasser	$+50° = +8°$	$+4° = -12{,}44°$
c. 5 Theile Glaubersalz 4 — verdünnte Schwefelsäure	$+50° = +8°$	$+3° = -12{,}89°$
d. 1 Theil Schnee 1 — Küchensalz	$+32° = 0°$	$0° = -14{,}22°$
e. 3 Theile salzsaurer Kalk 2 — Schnee	$+32° = 0°$	$-50° = -36\frac{4}{9}°$
f. 2 Theile Schnee 1 — verdünnte Schwefelsäure 1 — verdünnte Salpetersäure	$-10° = -18\frac{2}{3}°$	$-56° = -39\frac{1}{9}°$
g. 12 Theile Schnee 5 — Küchensalz 5 — salpetersaures Ammoniak	$-15° = -22\frac{2}{9}°$	$-25° = -25\frac{7}{9}°$
h. 3 Theile salpetersaurer Kalk 1 — Schnee	$-40° = -32°$	$-78° = -48\frac{8}{9}°$
i. 10 Theile verdünnte Schwefelsäure 8 — Schnee	$-68° = -44°$	$-91° = -58\frac{2}{9}°$

Da, wo von verdünnter Säure die Rede ist, wird das Gemenge von zwei Theilen concentrir-

ter Säure und einem Theile Wasser verstanden. Um dergleichen kaltmachende Gemenge mit Erfolg zu bereiten, müssen die salzigen Substanzen frisch krystallisirt, nicht zerfallen seyn. Sie müssen vorher, jede für sich, zart zerrieben werden; die Vermengung aller Theile unter einander muſs so schnell wie möglich geschehen.

§. 231.

Militairpersonen können, in stehenden Lagern, so wie auf Märschen und überhaupt da, wo es an kaltem Wasser mangelt, aus jenen kälteerzeugenden Gemengen, zur Abkühlung des Trinkwassers, vielen Nutzen ziehen. Es eignen sich dazu vorzüglich die Gemenge *b* und *c*, aber *b* insbesondere, weil diese Verbindung den Vortheil gewährt, daſs sie, nach davon gemachtem Gebrauche, bloſs zur Krystallisation abgedunstet werden darf, um sie aufs Neue in Anwendung zu setzen. Will man von einem solchen kaltmachenden Gemenge zur Abkühlung des Wassers Gebrauch machen, so ist es hinreichend, solches in einer Flasche von sehr dünnem Glase zu machen, diese mit einem Korkstöpsel fest zu verschlieſsen und sie dann in das Wasser hineinzuhängen, welches abgekühlt werden soll. Das kaltmachende Gemenge entziehet hierbei dem Wasser seine adhärirende Wärme, um flüssig zu werden, und das Wasser kühlt sich ab.

Kälte, durch Verdunstung erzeugt.

§. 232.

Wenn tropfbarflüssige Substanzen in die Form der Dünste übergehen, so saugen sie

Wärme ein, die damit in Cohäsion tritt und ihre Ausdehnung zur Dunstform veranlasset; folglich muſs mit jeder vorgehenden Verdunstung von dem verdunstenden Körper Wärme verschluckt werden, und das Resultat dieser Wärme-Einsaugung muſs die Erzeugung der Kälte seyn.

Beispiele.

a. Man bringe ein Paar Tropfen Schwefeläther in die flache Hand; er wird schnell verdunsten, und die Empfindung von Kälte erregen.

b. Man tauche die mit Baumwolle umgebene Kugel eines Termometers in ein Gefäſs mit Schwefeläther: der Quecksilberstand wird die Temperatur des Aethers andeuten. Man ziehe die Kugel heraus und bringe sie an die Luft: der Aether wird verdunsten und das Quecksilber wird bedeutend sinken.

§. 233.

Auf gleiche Weise wird Kälte erzeugt, wenn alle übrige verdunstbare Flüssigkeiten in der warmen Luft in die Form der Dünste übergehen, indem sie die dazu erforderliche Wärme andern benachbarten Körpern entziehen und mit ihr in cohärirende Anziehung treten, folglich sie unwirksam für das Thermometer machen; unter welchen Umständen dann nothwendig die Erregung der Kälte Statt finden muſs.

Beispiele.

a. Aus dem Grunde erfolgt die Empfindung der Kälte nach einem sanften Regen an einem heiſsen Sommertage, weil das aus der Atmosphäre herabfallende Wasser, durch die Wärme der Erde, schnell zum Ausdunsten gebracht wird.

b. Aus gleichem Grunde kann man im Sommer

in einem heifsen Zimmer die Luft schnell abkühlen, wenn der Fufsboden mit Wasser besprengt wird.

c. In einem aus gebranntem Thon angefertigten sehr porösen Topfe kühlt sich Wasser sehr schnell ab, weil durch die Pori des Topfes eine ununterbrochene Ausdünstung unterhalten wird. Hierauf gründet sich die abkühlende Wirkung der in Spanien gebräuchlichen Alcarhazas.

d. Um Wasser kalt zu machen, bedient man sich in Ostindien poröser Geräthe von gebranntem Thon; man füllet sie mit Wasser und läfst selbiges die Nacht hindurch darin in der freien Luft stehen, da solches dann, durch ein fortwährendes Ausdünsten nach aufsen, so weit abgekühlt wird, dafs es oft zum Gefrieren kommt.

(Voigt's Magazin für das Neueste aus der Physik etc. 9. Band, Seite 86 etc.).

Verdunstung im luftleeren Raume.

§. 234.

Wenn ein verdunstbarer Körper, durch seine cohärirende Wirkung zur Wärme, in die Form der Dünste gelöst wird, so müssen solche den Druck, welchen der Dunstkreis darauf ausübt, zu überwältigen vermögend seyn; daher sehen wir die Verdunstung in luftleeren Räumen bei weit niederern Temperaturen vor sich gehen als unter Mitwirkung des gewöhnlichen Luftdrucks.

Beispiele.

a. Man setze unter die Glocke einer Luftpumpe ein mit Aether gefülltes Glas und placire darin die Kugel eines Thermometers. Pumpt man nun die Luft aus, so wird der Aether schnell verdunsten und das Quecksilber im Thermometer bis

unter den Gefrierpunkt hinabsinken, folglich Kälte erzeugt werden.

b. Nach Leslies wird das Quecksilber in einer Thermometer-Kugel zum Gefrieren gebracht, wenn man solche, mit Baumwolle umgeben und mit Aether getränkt, in den evacuirten Raum der Luftpumpe bringt.

c. Durch eine ähnliche Behandlung mit Schwefelalkohol kann (nach Marcet) das Quecksilber zum Gefrieren und Alkohol bis auf minus 44° Reaumur herabgebracht werden.

d. Hutton gelang es, auf eine ähnliche Weise den Alkohol zum Erstarren zu bringen.

Wollaston's Chryophorus.

§. 235.

Auf die leichtere Verdunstbarkeit des Wassers im luftleeren Raume hat Wollaston ein Instrument gegründet, das er Chryophorus oder Eistrager nennt (*Tab. I. Fig. 25.*) Dasselbe bestehet in einem 10 Zoll langen Rohre von Glas, das an beiden Enden, unter rechten Winkeln, umgebogen und mit hohlen Glaskugeln verbunden ist. Die eine dieser Kugeln ist bis auf zwei Drittheile ihres innern Raums mit Wasser gefüllet, die andere ist leer. Der Raum zwischen der gefülleten und der leeren Kugel mufs völlig luftleer seyn, weil das mindeste Daseyn der Luft im Instrumente seine Wirkung stört. Placirt man die leere Kugel in ein Gemenge von gleichen Theilen Schnee und Küchensalz, so wird das Wasser in der damit gefülleten Kugel in 4 bis 8 Minuten gefrieren: denn weil der Dunst, mit welchem das Rohr angefüllet ist, durch das kaltmachende

Gemenge erstarret, so entsteht ein luftleerer Raum über dem Wasser. Dieses wird daher schnell zum Verdunsten gebracht, um den durch die Kälte verdichteten Dunst wieder zu ersetzen, und durch den Verlust seiner cohärirenden Wärme kommt es zum Erstarren.

Beispiel.

Man lege die leere Kugel des Chryophorus in ein Gemenge von Schnee und Küchensalz, die mit Wasser beladene aber auf etwas Baumwolle. Das Wasser in der letztern wird sehr bald in Eis übergehen.

(Wollaston in Gilberts Annalen der Physik. Neue Folge, 18. Band, 2. Stück, Seite 174 etc.)

§. 236.

Leslies hat gezeigt, daſs, wenn man Wasser in einen luftleeren Raum bringt und die sich bildenden Dünste desselben durch eine hygroscopische Substanz schnell hinwegnimmt, um dadurch die fortwährende Ausdunstung des Wassers zu begünstigen, dasselbe schnell zum Gefrieren gebracht werden kann.

Beispiel.

a. Unter die gläserne Glocke einer Luftpumpe placire man eine flache Schale mit sehr concentrirter Schwefelsäure, und einige Zoll über derselben, eine flache Glasschale mit 2 bis 3 Loth Wasser. Man evacuire nun die Glocke mittelst der Luftpumpe, bis das Quecksilber in dem damit verbundenen Barometer nur noch 3 Linien hoch stehet. Das Wasser dehnt sich nun in Dunst aus, welcher die Glocke füllet. Die Schwefelsäure saugt dagegen den Dunst ein, so wie er sich bildet und wandelt ihn in tropfbares Wasser um. Die Verdunstung wird hier-

hierdurch begünstiget und das übrige, hierdurch seiner cohärirenden Wärme beraubte Wasser, muſs erstarren.

b. Späterhin hat Leslies gefunden, daſs auch andere sehr hygroscopische Substanzen, wie trockne Erden, trocknes Hafermehl (wahrscheinlich auch trockner salzsaurer Kalk), die Stelle der Schwefelsäure ersetzen können.

(Gilberts Annalen der Physik etc. 43. Band, Seite 341 etc.)

Kochen der tropfbaren Flüssigkeit. Erzeugung der Dämpfe.

§. 237.

Wenn tropfbar flüssiges Wasser (also Eis + Wärmestoff), von Null Grad Reaumur oder 32° Fahrenheit, in einem offenen Gefäſse über das Feuer gebracht wird, so zeigt ein hineingetauchtes Thermometer allmälig ein Zunehmen der Temperatur. Diese steigt endlich auf 80° Reaumur, oder 212° Fahrenheit. Von nun an bleibt jene Temperatur constant; aber es bilden sich, vom Boden des Gefäſses ausgehend, kleine Blasen, die sich schnell emporheben, auf der Oberfläche zerplatzen und in Gestalt von Dünsten oder Dämpfen entweichen. Jener Erfolg wird Kochen oder Sieden und der damit verbundene Uebergang der tropfbaren Flüssigkeit in die Form der Dünste oder Dämpfe, wird Verdunstung oder Verdampfung genannt.

Beispiel.

In einem gläsernen Kölbchen setze man eine Portion Eis oder Schnee, nachdem man selbiges mit

der Kugel eines Thermometers in Berührung gebracht hat, über die Flamme einer Lampe. Das Eis oder der Schnee werden nach und nach schmelzen, ohne daſs eine Erhöhung der Temperatur darin wahrgenommen wird. Hier ist also ein Erfolg der Cohäsion der Wärme. Wenn aber alles tropfbar worden ist, wird die Temperatur allmälig zunehmen, bis das Wasser in eine wallende Bewegung kommt, d. i. bis solches kocht. Dieses ist Erfolg der adhärirenden Wärme. Das Thermometer wird jetzt die Temperatur von 80° Reaumur oder 212° Fahrenheit oder 100° Celsius andeuten. Das Wasser wird nun nach und nach in Dünsten entweichen, deren Temperatur der des kochenden Wassers gleich bleibt, ohne daſs eine fernere Steigerung der Temperatur wahrgenommen wird; woraus also folgt, daſs, wenn tropfbare Flüssigkeiten von der Temperatur des Siedpunktes in die Dunstform übergehen, solche aufs neue eine Portion Wärme cohäriren, welche die Dunstform veranlasset, ohne daſs sie durch das Thermometer wahrgenommen werden kann.

§. 238.

Gay-Lussac hat durch überzeugende Beweise dargethan, daſs, wenn das Wasser bei einem mittlern Druck des Dunstkreises (von 28 Zoll Barometerhöhe) kocht, der daraus gebildete Dunst in seinem Volum sich zu dem des tropfbaren Wassers verhält, wie 1700 : 1, also einen siebenzehn hundert mal gröſsern Raum ausfüllet; woraus also die sehr groſse expansive Kraft des Wasserdunstes, bei Dampfmaschinen, zur Hebung der Lasten, oder sein Zersprengen der Gefäſse, wenn er darin eingeschlossen ist, begreiflich werden muſs.

Beispiel.

Gläserne, mit wenigem Wasser gefüllte und hermetisch verschlossene Körper, über der Flamme einer Lampe erhalten, werden mit bedeutendem Knall gesprengt, ja selbst Bomben können der ausdehnenden Kraft des Wasserdampfes nicht widerstehen.

§. 239.

Die Dünste beharren in ihrer Form aber nur so lange, als deren Temperatur dieselbe bleibt, bei der sie sich bildeten. So wie diese vermindert wird, verliert sich ihre expansive Kraft, und sie gehen allmälig in die tropfbare Form zurück. Werden sie dagegen, bei unveränderter Temperatur, in einem Gefäſse zusammengepresset, so verlieren sie zwar einen Theil ihrer Wärme und werden tropfbar, aber ohne daſs eine Vermehrung ihrer Elasticität dadurch veranlasset wird.

§. 240.

Hierdurch unterscheiden sich die Dünste sehr deutlich von den Gasarten, deren Elasticität in dem Maſse zunimmt, in welchem sie stärker zusammengepresset werden. Werden dagegen die Dünste erhitzt, so wird die Elasticität derselben in einem weit höheren Grade vermehrt, als solches bei den Gasarten der Fall ist. Es ist erwiesen, daſs die Elasticität der trocknen Gasarten, bei der Temperatur der Siedhitze (= 80° Reaumur) zu der bei der Temperatur des schmelzenden Eises (= 0° Reaumur), sich verhält, wie 1,375 : 1; die des Wasserdunstes hingegen, wie 160 : 1. Jene Erfolge beweisen also die wesentliche Verschiedenheit zwischen den gasförmigen und den dunstförmigen Flüssigkeiten.

§. 241.

Nicht alle tropfbare Flüssigkeiten, die unter einerlei Druck der Atmosphäre erhitzt werden, gebrauchen eine gleich hohe Temperatur, um in Dünste ausgedehnt zu werden, und auch nicht alle Dünste behaupten einen gleichen Grad der specifischen Dichtigkeit. Im Gegentheil lehrt die Erfahrung, daſs tropfbare Flüssigkeiten, welche, unter einem gleichen Drucke des Dunstkreises, bei niederern Temperaturen sieden als andere, oft Dünste von einer gröſsern specifischen Dichtigkeit liefern, als jene; denn die Erfahrung lehrt, daſs, wenn bei einer Vergleichung der specifischen Dichtigkeiten der Dünste, die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft zur Einheit angenommen wird, und der Siedpunkt des Wassers zu 80° Reaumur, sich dann folgende Resultate erzeugen:

a) Wasser siedet in offnen Gefäſsen bei 80° Reaumur; die specifische Dichtigkeit seines Dunstes verhält sich zu der der atmosphärischen Luft, wie 0,6 35 : 1,0000.

b) Alkohol siedet bei 21° Reaumur; und die specifische Dichtigkeit seines Dunstes verhält sich zu der der atmosphärischen Luft, wie 1,6030 : 1,0000.

c) Schwefeläther siedet bei 28,44° Reaumur; und die specifische Dichtigkeit seines Dunstes verhält sich zu der der atmosphärischen Luft, wie 2,5860 : 1,0080.

d) Terpenthinöl siedet bei 125¼° Reaumur; und die specifische Dichtigkeit seines

Dunstes verhält sich zu der der atmosphärischen Luft, wie 5,0130 : 1,0000.

§. 242.

Es ist indessen keine absolute Nothwendigkeit, daſs die tropfbaren Flüssigkeiten bis zur Temperatur des Siedens erhitzt werden müssen, um in die Dunstform überzugehen; bei vielen, ja selbst bei einigen an sich starren Substanzen, erfolgt die Verdunstung schon bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre. Ein solcher Erfolg wird freiwillige Verdunstung oder Ausdünstung (*Exhalatio*) genannt. Andere müssen vorher bis zu einer gewissen Temperatur erhitzt werden, bevor sie die Dunstform annehmen können.

Beispiele.

a. Das Wasser, der Aether, der Alkohol, die ätherischen Oele, der Kamphor, die lebenden Thiere, die Pflanzen, der Moschus und alle riechbare Materien sind einer freiwilligen Ausdünstung unterworfen.

b. Die Schwefelsäure, das Quecksilber, die fetten Oele, die in der Wärme flüchtigen Metalle etc., müssen vorher auf einen gewissen Grad der Temperatur erhitzt werden, bevor sie in die Dunstform übergehen können.

§. 243.

Wenn die aus an sich starren Materien gebildeten Dünste sich in einer kältern Temperatur verdichten, so gehen sie wieder in die vorige starre Form zurück. Erfolgt dagegen die Abkühlung der aus tropfbaren Materien gebildeten Dünste, so verwandeln sich solche, bevor sie in die tropfbare Form zurücktreten,

erst in einen sichtbaren Dampf, der aus lauter kleinen Bläschen gebildet ist; diese ziehen sich endlich einander an, zerplatzen und erzeugen nun kleine Tropfen.

Beispiele.

a. Man betrachte das Wasser in seinem dampfförmigen Zustande über einer ruhig stehenden dunkeln Flüssigkeit, z. B. heifsem Kaffee oder heifser Tinte, mit einem Vergröfserungsglase von anderthalb bis zwei Zoll Brennweite, und man wird die Gestalt jener Bläschen leicht darin wahrnehmen. Ihre Gröfse ist verschieden. Saussüre fand die kleinsten 0,4500, die gröfsten hingegen 0,2780 Zoll im Durchmesser.

b) Der sichtbare Dampf, welcher beim Abbrennen des Schiefspulvers erzeugt wird, ist ein Gemenge von Wasserdampf, von dunstförmiger schwefliger Säure, von dunstförmiger salpetriger Säure, von Schwefelwasserstoffgas und von kohlenstoffsaurem Gas.

§. 244.

Wenn die Dünste einer tropfbaren Flüssigkeit gezwungen werden, einen höhern Grad der Temperatur anzunehmen, als der, bei welchem das Wasser siedet, so wächst ihre Elasticität in einem hohen Grade; sie sind nun vermögend, schwere Lasten zu heben und feste Substanzen zu durchdringen, ja solche zu zermalmen. Hierauf gründet sich die Wirkung der Dampfmaschinen, der Dampfbarken und des Papinischen Topfes.

Beispiele.

a. Bei Dampfmaschinen heben die Dämpfe den Stempel, und er fällt zurück, sobald der unter ihm ruhende Dunst durch Zuspritzen von kaltem

Wasser zur tropfbaren Form verdichtet wird. Man benutzt also dabei die Dünste, um einen Hebel in Bewegung zu setzen.

b. Der Papinische Topf bestehet in einem, aus dicken Kupferblech geschmiedeten oder aus Eisen gegossenen, kugel- oder cylinderförmigen Topfe, der mit einem Ventil versehen ist; dessen Belastung der Elasticität der sich beim Kochen bildenden Dämpfe proportionirt, und immer etwas geringer seyn muſs, als die Widerstand leistende Kraft des Gefäſses; welches sonst durch die expansive Wirkung der Dämpfe zersprengt werden würde. Man gebraucht den Papinischen Topf, um Knochen und andere harte Körper darin zu extrahiren, bei denen das Kochen in gewöhnlicher Siedhitze nicht hinreichend ist.

c. Auf gleiche Weise gebraucht man die auf einen hohen Grad der Temperatur gebrachten und in einem festen Raume eingeschlossenen Dämpfe des Wassers, um Holzwerk darin auszuleg n und solches von seinen sonstigen hygroscopischen Bestandtheilen dadurch zu befreien.

Heizung durch Dämpfe.

§. 245.

Wenn die aus irgend einer tropfbaren Flüssigkeit in der Hitze gebildeten Dünste sich wieder verdichten und in die tropfbare Form zurücktreten, so wird diejenige Wärme wieder frei, durch deren cohärirende Wirkung das bis zum Siedpunkt erhitzte Wasser in die Dunstform ausgedehnt worden war. Daher können die Dämpfe des siedenden Wassers, wenn man solche in kaltes Wasser treten läſst, benutzt werden, um solches zum Sieden zu erhitzen; oder wenn man sie durch Röhren von einem stark

leitenden Metall hindurchstreichen läſst, um Zimmer und Trockenanstalten damit zu heizen. Von der Anwendung solcher Dämpfe zum Trocknen des Schieſspulvers wird späterhin gehandelt werden.

Beispiele.

a. Man lasse die Dämpfe, welche sich aus dem in einem kleinen kupfernen Gefäſse kochenden Wasser entwickeln, durch ein Leitungsrohr in ein Gefäſs mit kaltem Wasser übertreten: sie werden sich darin verdichten und das Wasser allmälig zum Sieden erhitzen.

b. Läſst man die heiſsen Dämpfe in ein mit Fleisch, mit Hülsenfrüchten oder mit Kartoffeln gefülltes, verschlossenes Gefäſs treten, so werden diese Substanzen in kurzer Zeit dadurch gahr gekocht erscheinen.

§. 246.

Um die freie Wärme zu schätzen, welche durch die Verdichtung der siedend heiſsen Dämpfe des Wassers in Freiheit gesetzt wird, ist folgendes zu bemerken. Eis erfordert, um tropfbar zu werden, ohne seine Temperatur zu ändern, so viel cohärirende Wärme, als erfordert wird, im freien Zustande, eine Temperatur von + 140° Fahrenheit oder + 48° Reaumur zu veranlassen (§. 227). Um nun zum Sieden zu kommen, erfordert selbiges noch + 180° Fahrenheit oder + 80° Reaumur. Von da an erfordert selbige aber noch + 88° Fahrenheit oder + $24\frac{8}{9}$° Reaumur, um in die Form des Dunstes überzugehen. Es muſs also die Wärme, welche frei wird, wenn siedend heiſser Wasserdunst in die Form des tropfbaren siedenden

Wassers zurückgehet, so viel betragen, daſs sie vermögend ist, eine Temperatur von 80° Fahrenheit (= $24\frac{8}{9}$° Reaumur) zu erregen. Wird daher der Dunst in kaltes Wasser geleitet, so muſs diese Wärme sich in selbigem vertheilen und solches nach und nach bis zum Sieden erhitzen. Werden die Dämpfe durch metallene Röhren geleitet, so muſs die Wärme durch selbige ausströmen und sich im Raume verbreiten, in welchem sie placirt sind. Würde der Dampf mit einemmal in die Form des Eises versetzt, so müſste die freiwerdende Wärme betragen (140 + 180 + 88°), also 308° Fahrenheit (= $136\frac{8}{9}$° Reaumur); woraus also die vorgedachte Benutzung der Dämpfe zum Heizen deutlich hervorgeht.

Chemische Bindung der Wärme.

§. 247.

Es ist bisher von der Wärme im Zustande der Adhäsion und der Cohäsion zu andern Materien geredet worden; von diesen unterscheidet sich aber der Zustand ihrer Mischung oder ihrer chemischen Verbindung mit denselben. Wir haben gesehen, daſs der Zustand der adhärirenden oder cohärirenden Wärme stets mit der Temperatur im Verhältniſs stehet, unter welcher sich die mit der Wärme durchdrungene Substanz befindet, daſs sie also keine constante Verbindung ausmacht. Hierdurch unterscheidet sich also die adhärirende oder cohärirende Wärme sehr auffallend von der chemisch gebundenen, die durch keine Abwechselung der Temperatur ausgesondert werden kann, sondern

die Einwirkung einer chemischen Potenz erfordert, wenn sie ausgesondert werden soll.

§. 248.

Wenn die Wärme oder der Wärmestoff mit andern Materien, von irgend einer Art, in chemische Mischung tritt, so werden dieselben dadurch in den Zustand gasförmiger Flüssigkeiten (oder Gasarten) übergeführt, die durch keinen Grad der Kälte in die starre Form zurückgebracht werden können und eben so wenig durch Compression. Da alle wahre gasförmige Flüssigkeiten Produkte der chemischen Mischung des Wärmestoffs mit starren Grundlagen ausmachen, (§. 134.), so begründet solches ihren wesentlichen Unterschied von den Dünsten oder Dämpfen.

§. 249.

Die Umwandlung einer an sich starren Substanz in die Form einer gasförmigen Flüssigkeit, durch die chemische Verbindung mit dem Wärmestoff, kann auf eine zwiefache Weise veranlasset werden. Einmal, indem man die Substanz der unmittelbaren Einwirkung der freien Wärme unterwirft; zweitens, indem man die Wärme aus einer andern Substanz, die solche cohärirend gebunden enthielt, daran übertreten läſst. In beiden Fällen ist das Resultat der Wirkung, die Bildung einer Gasart, jedoch nur unter der Bedingung, daſs zwischen dem Substrate und dem Wärmestoff eine chemische Anziehung obwaltet.

Beispiele.

a. Man erhitze rothes Quecksilber-Oxyd

(eine Verbindung von Quecksilber und Sauerstoff) in einer langhalsigen gläsernen oder eisernen Retorte zum Rothglühen. Der Sauerstoff wird sich mit dem Wärmestoff verbinden und in dieser Verbindung als Sauerstoffgas entwickelt werden. Das Quecksilber wird reducirt erscheinen.

b. Man löse Zink in mit Wasser verdünnter Schwefelsäure in einem pneumatischen Apparate auf: es wird Wasserstoffgas entwickelt werden, wobei das Verdünnungswasser, das hierbei zerlegt wird, den Wärmestoff hergiebt.

Erzeugung der Wärme, freie Wärme, strahlende Wärme.

§. 250.

Wenn der an irgend einer andern Substanz cohärirend oder chemisch gebundene Wärmestoff in Freiheit gesetzt wird, so entwickelt sich derselbe als freie strahlende Wärme (thermometrische Wärme) und wirkt als solche auf unser Gefühl, nach seiner geringern oder gröſsern Intensität, bald als Wärme, bald als Hitze.

Beispiele.

a. Man menge in einem Gefäſse gleiche Gewichtstheile concentrirte Schwefelsäure und Wasser, nachdem man vorher die Temperatur eines jeden einzelnen bestimmt hat. Das Gemenge wird sich dergestalt erhitzen, daſs ein hineingetauchtes Thermometer eine Temperatur von 100 bis 120° Reaumur andeutet.

b. Man übergieſse in einer Schale 600 Gran frisch gebrannten und zart gepulverten Kalk mit 100 Gran Wasser. Das Wasser wird in die

trockne Form übergehen, und es wird ein hoher Grad von Hitze erregt werden.

c. Aehnliche Erfolge bieten sich dar, 1) wenn vom Krystallwasser befreite Salze mit Wasser in Lösung gesetzt werden; 2) wenn andere concentrirte Säuren mit Wasser oder Alkohol gemengt werden. In allen diesen Fällen war die sich entwickelnde und freiwerdende Wärme vorher blofs cohärirend gebunden gewesen.

§. 251.

Wenn der Wärmestoff mit einem Substrate nicht in cohärirender, sondern in chemischer Verbindung steht, so mufs dem Produkte der Mischung ein dritter Stoff dargeboten werden, der mit dem Substrate eine gröfsere chemische Anziehung besitzt, als dieser zum Wärmestoff besafs, in welchem Fall aus jenen beiden Materien ein neues Produkt erzeugt und der Wärmestoff, als strahlende Wärme, in Freiheit gesetzt wird. Solches ist der Fall beim Brennen der Körper in der atmosphärischen Luft und im Sauerstoffgas.

Beispiele.

a. Man verbrenne unter einer gläsernen, mit atmosphärischer Luft gefülleten und mit Quecksilber gesperreten Glocke, etwas Phosphor: es wird sich Wärme ausscheiden und Phosphorsäure erzeugt werden.

b. Man verbrenne die Flamme von angezündetem Wasserstoffgas in einem Gefäfs mit atmosphärischer Luft oder mit Sauerstoffgas: es wird ein sehr hoher Grad von Hitze erregt und Wasserdunst erzeugt werden.

Im ersten dieser beiden Beispiele giebt das Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft die

Wärme her. Im zweiten wird sie aus beiden Gasarten entwickelt.

Reflexion der Wärme.

§. 252.

Wir haben früher beim Lichte (§. 179.) gesehen, dafs die auf einen Brennspiegel parallel auffallenden Strahlen desselben, in seinem Brennpunkte convergirend, und wenn sie aus dem Brennpunkte desselben divergirend auffielen, als parallele Strahlen zurückgeworfen werden. Eben so verhalten sich auch die unsichtbaren Strahlen der Wärme, wenn solche von einem erhitzten, aber nicht leuchtenden Körper ausgehend, aus dem Foco des einen Spiegels, also divergirend, auf die reflektirende Ebene des Spiegels fallen. Sie werden hier als parallele Strahlen nach dem entgegengestellten Spiegel reflektirt, in dessen Foco sie nun aber convergirend zusammenfallen, wie Pictet zuerst gezeigt hat, wodurch zugleich die Materialität der Wärme begründet wird.

Beispiel.

Man bringe in den Brennpunkt des einen zweier gegen einander überstehenden Hohlspiegel einen erhitzten, aber nicht leuchtenden Körper (eine kleine erwärmte Kugel von Erde oder Metall), oder ein kleines Glas mit heifsem Wasser, in den Brennpunkt des gegenüber stehenden Spiegels aber die Kugel eines Thermometers; das Quecksilber in selbigem wird merklich steigen und man wird in dem Brennpunkte eine merkliche Intensität der Wärme wahrnehmen.

(Pictet Versuche über das Feuer. Tübingen 1790).

Volumausdehnung starrer Körper durch die freie Wärme.

§. 253.

Wenn die freie strahlende Wärme auf andere benachbarte Gegenstände einwirkt, die nur in Adhäsion, nicht in Cohäsion oder in chemische Mischung mit ihnen treten, so zeigen ihre kleinsten Massentheilchen eine repulsive Wirkung, sie erweitern sich, und das Volum des Körpers wird vergrößert. Man sagt dann, daſs der Körper durch die Wärme ausgedehnt werde. Bringt man den durch die strahlende Wärme ausgedehnten Körper auf die vorige niedere Temperatur wieder zurück, so ziehet er sich wieder in seinen vorigen Raum zusammen. Dieses ist ein Erfolg, der bei allen Arten von Körpern Statt findet, sie mögen starr, tropfbar, dunstförmig oder gasförmig seyn.

Beispiele.

a. Man erwärme die metallne Stange eines gewöhnlichen Pyroscops mittelst brennenden Weingeists: sie wird sich verlängern, und die Gröſse ihrer Ausdehnung wird durch die Zahl der Grade der Bewegung des damit verbundenen Zeigers angedeutet werden; es wird eine rückgängige Bewegung erfolgen, wenn die Stange erkaltet.

b. Eine metallne Kugel, die kalt durch einen Ring fällt, wird, nachdem sie zuvor zwischen glühenden Kolben erhitzt worden ist, nun nicht mehr hindurchgleiten, wohl aber dann, wenn sie wieder erkaltet ist.

c. Ein gläsernes Rohr, welches graduirt und mit gefärbtem Weingeist zum Theil gefüllet ist, tauche man in heiſses Wasser; die Flüssigkeitssäule wird sich um mehrere Grade verlängern.

d. Ein mit Luft gefülletes Gefäſs (eine Aelopila) erhitze man über der Flamme einer Lampe: die darin enthaltene Luft wird sich im Volum erweitern und aus seiner Oeffnung mit Zischen herausgetrieben werden.

§. 254.

Wenn indessen gleich, unter den gegebenen Bedingungen, alle nicht damit cohärirende Körper einer Raum erweiternden Ausdehnung durch die Wärme fähig sind, so erfolgt sie doch nicht bei allen im gleichen Grade. Aus den Versuchen, welche über die Ausdehnung verschieden gearteter Körper in der Wärme angestellt worden sind, um die Raumerweiterung derselben, zwischen dem Gefrierpunkte des Wassers und dem Siedpunkte desselben, zu erfahren, haben sich folgende Resultate ergeben:

Volumtheile		werden ausgedehnt zu	
100	atmosphärische Luft	137,5	Volumth.
—	Wasser	104,5	—
—	Eisen	100,1	—
100,000	Glas	100,083	—
—	Platin	100,087	—
—	Gold	100,094	—
—	Antimon . . .	100,108	—
—	Guſseisen . . .	100,111	—
—	Stahl	100,111	—
—	Schmiedeeisen .	100,126	—
—	Wismuth . . .	100,139	—
—	Kupfer	100,170	—
—	Silber	100,238	—
—	Zinn	100,287	—
—	Zink	100,308	—
—	Quecksilber . .	101,835	—

§. 255.

Im Allgemeinen lehrt die Erfahrung, daſs die Ausdehnsamkeit bei den gasförmigen Materien gröſser ist, als bei den tropfbaren, und bei diesen wieder gröſser, als bei den starren, wenn solche vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte des Wassers erhitzt werden. Sehr wichtige Erfahrungen über die Ausdehnungen der Körper in der Wärme haben Laplace, Lavoisier, Dulon, Petit, Gay-Lussac und Dalton geliefert, welche in unten angezeigten Schriften erörtert sind.

(*Biot Traité de Physique expérimentale et mathématique, Tom. I. pag.* 158 etc. und dessen deutscher Uebersetzung von Fr. Wolff. Dulong und Petit in den *Annales de Chimie et de Physique, Tom. VII. pag.* 113 *etc.* Gay-Lussac eben daselbst, *Tom. II. pag.* 130 *etc.* Dalton in seinem *New System of chemical Philosophy, Tom. I. pag.* 117 *etc.* und dessen deutscher Uebersetzung von Fr. Wolff, 1. B. S. 133 etc.)

Das Pyrometer.

§. 256.

Unsere gewöhnlichen Quecksilber-Thermometer reichen nur hin, um diejenigen Grade der Wärme zu bestimmen, bei welchen das Quecksilber noch nicht selbst in die Dunstform ausgedehnt wird (d. i. 600° Fahrenheit, oder $252\frac{4}{9}$° Reaumur, oder 291° Celsius). Höhere Grade der Hitze, wie beim Schmelzen der Metalle, dem Brennen des Porzellans u. s. w., müssen durch andere Instrumente ausgemittelt werden, die man Pyrometer oder Feuer-

Feuermesser (*Pyrometra*) nennt. Unter allen hierher gehörigen Instrumenten ist das von Wedgwood angegebene Pyrometer dasjenige, welches noch am meisten gebraucht wird, wenn gleich solches auch nicht ganz zuverlässige Resultate liefert. (*Josiah Wedgwood* Beschreibung und Gebrauch eines Thermometers, höhere Grade der Hitze zu messen. London MDCCLXXXVI.)

§. 257.

Wedgwoods Pyrometer ist auf die Eigenschaft des Thons gegründet, sich in der Hitze zusammenzuziehen, (zu schwinden), ohne sich in der Kälte wieder ausdehnen zu können. Die pyroscopische Substanz dieses Instruments, bestehet daher aus kleinen Cylindern von Thon, die im lufttrocknen Zustande etwas über 0,5 Zoll Seitenlänge besitzen. Um den Grad des Schwindens zu messen, welchen ein solcher Thonkörper in der Hitze erleidet, dient eine Platte von Messing. Auf derselben sind vierkantige Stäbe von Messing dergestalt aufgelöthet, dafs die Seitenflächen, welche sie einander zukehren, an der weitesten Oeffnung 0,5, an der engsten hingegen nur 0,3 Zoll von einander abstehen. Die kleinen Thonkörper sind so weit abgeschliffen, dafs jeder einzelne an der weitesten Oeffnung genau zwischen die Stäbe einpasset. Die genannten Stäbe sind von Null bis zu 240 gleiche Theile oder Grade abgetheilt. Bei den kleinen Thoncylindern befinden sich noch Kapseln aus feuerfestem Thon gebrannt, welche dazu dienen, die Thonkörper darin einzuschliefsen, mittelst welchen operirt werden soll. Hat man einen solchen Cylinder eine Zeit lang der Einwirkung

des Feuers ausgesetzt und man schiebt ihn nun wieder in die Skale, so gehet er tiefer hinein, und zeigt dadurch den Grad der Zusammenziehung, die er erlitten hat.

§. 258.

Um die Skale jenes Instruments mit der des Fahrenheitschen Thermometers zu vergleichen, nimmt Wegdwood, als auf Erfahrung gegründet, an, daſs die Ausdehnung des Silbers in der Hitze gleichförmig erfolge und berechnet daraus, auf welchen Grad des Fahrenheitschen Thermometers der anfangende Grad der Rothglühhitze fällt, welchen er, nach jener Skale berechnet, 1077,5 fand. Er brachte dann die Silberstange in eine noch gröſsre Hitze von einigen Pyrometergraden und untersuchte ihre Verlängerung, woraus sich ergab, daſs jeder einzelne Grad seines Pyrometers 130 Graden der Fahrenheit'schen Skale ($= 43\frac{5}{9}$ Reaumur) gleich gesetzt werden muſs.

§. 259.

Da jenem gemäſs 1077,5 Grad Fahrenheit der Grad der anfangenden Rothglühhitze für das Silber ist, so sind, hierauf gegründet, einige höhere Grade der Hitze nach der Wedgwoodschen Skale folgendermaſsen zu ersehen:

Pyrometergrade.	Reaum.	Fahrenheit.	Wedg-wood.
Eisen glühet bei Tage roth	+ 464°	+ 1077°	0°
Kupfer schmilzt . . .	+ 2024°	+ 4587°	27°
Silber schmilzt . . .	+ 2082°	+ 4717°	28°
Gold schmilzt . . .	+ 2315°	+ 4237°	32°
Gröſste Weiſsglühhitze des Eisens . . .	+ 5953°	+ 13427°	95°
Gröſste Hitze einer Schmiedeesse . .	+ 7687°	+ 17327°	125°
Guſseisen schmilzt . .	+ 7976°	+ 17977°	130°

Dritte Abtheilung.

Von der Elektricität.

§. 260.

Schon 300 Jahre vor Christi Geburt kannte man die Eigenschaft des Bernsteins, bei den Griechen Ηλεκτρον (Elektron) genannt, nachdem er gerieben worden ist, leichte Körper anzuziehen und sie nach einiger Zeit wieder abzustoſsen; und hiervon ist der jetzt allgemein bekannte Name Elektricität abgeleitet worden. Die eigentliche Lehre der Elektricität begann aber erst mit dem Anfange des siebenzehnten Jahrhunderts und hat erst mit dem Anfang des gegenwärtigen Säculi eine wissenschaftliche Form anzunehmen begonnen.

§. 261.

Wenn man eine Stange Siegellack mit einem Lappen von trocknem Flanell reibt, so erhalten beide die Fähigkeit, leichte Körperchen anzuziehen und solche nach einiger Zeit wieder abzustoſsen. Dasselbe Phänomen offenbart

sich auch, wenn eine Glasstange mit einem Lappen von Seide gerieben wird.

§. 262.

Aber nicht alle Körper haben die Eigenschaft, wenn sie gerieben werden, das Phänomen der Elektricität zu erregen. Zu denjenigen, welche sie am stärksten äuſsern, gehören das Glas, der Bernstein, der Schwefel, die meisten wahren Pflanzenharze, die Seide, die Haare der Thiere, das Wachs, sehr trocknes Holz u. s. w. Sie werden selbstelektrische oder idioelektrische Körper genannt.

§. 263.

Wenn man zwei kleine, an seidnen mit Gold durchwirkten Fäden befestigte, Kügelchen von Holundermark an einem gläsernen Stabe aufhängt, und solche mit einer mittelst Flanell geriebenen Stange Siegellack berührt, so fahren sie aus einander, d. i. sie stoſsen sich ab. Wird hingegen die eine Kugel mit dem geriebenen Siegellack, die andere aber mit dem geriebenen Flanell elektrisirt und dann beide einander genähert, so ziehen sie sich gegenseitig einander an. Eben so verhält sich alles, wenn statt des Siegellacks das Glas, und zum Reiben die Seide gebraucht wird.

§. 264.

Aus jenen Erscheinungen ergiebt sich der Unterschied zweier in ihren Wirkungen sich entgegengesetzter Elektricitäten, woraus der Folgeschluſs gezogen worden ist: daſs mit gleichartigen Elektricitäten begabte Körper einander abstoſsen, mit ungleichartigen begabte hingegen, sich einander anziehen.

§. 265.

Weil geriebenes Glas und geriebenes Harz einander entgegengesetzte Elektricitäten wahrnehmen lassen, so bezeichnete man jene Erscheinungen anfangs mit dem Namen Glaselektricität und Harzelektricität. Weil aber Franklin beobachtet hatte, daſs geriebenes Glas zuweilen ganz dieselben Erscheinungen darbietet, wie geriebenes Harz oder Siegellack, also dieselbe Elektricität sich nicht immer in demselben Körper offenbaret, so bediente er sich, zur Bezeichnung jener Erscheinungen, der Ausdrücke positive und negative Elektricität. Dieser Ansicht gemäſs, erklärte man sonst die elektrischen Phänomene dergestalt, daſs man annahm: jeder Körper des Erdballs enthalte ein gleiches Maſs von Elektricität, wenn aber zwei verschieden geartete Körper an einander gerieben würden, so verlasse die Elektricität den einen (z. B. die der Seide), und gehe in die des andern (z. B. des Glases) über; die Seide werde daher negativ, das Glas hingegen positiv elektrisch.

§. 266.

Symmer hat hingegen (bereits 1759) gelehrt, daſs zwei in ihren Eigenschaften verschiedene Elektricitäten anerkannt werden müssen. Hierauf gegründet, hat man angenommen, daſs in allen Körpern des Erdballs ein eigener Grundstoff enthalten sey, den man elektrischen Stoff (*Principium electricum*; *Materia electrica*) oder Elektricität-zeugenden Stoff (*Electrogenium*) genannt hat. Man siehet ferner jenes Wesen als etwas Zusammengesetztes, für sich nicht

sinnlich Wahrnehmbares, als ein Produkt der Mischung zweier in sich einfachen, in ihren Wirkungen aber einander durchaus entgegengesetzten Elektricitäten an, die erst dann sinnlich wahrnehmbar werden, wenn sie sich von einander trennen. Man hat daher auch die Symmersche Hypothese die dualistische genannt.

(Robert Symmer in den *Philosophical Transactions etc. LI. Vol.*)

§. 267.

Lichtenberg sahe jene beiden sich in ihren Wirkungen entgegengesetzte Elektricitäten als zwei Potenzen an, die als entgegengesetzte Gröfsen betrachtet werden können, und bezeichnete die eine durch $+ E$ (positive), die andre durch $- E$ (negative). Jene entgegengesetzten Elektricitäten mit einander vereinigt, heben sich gegenseitig auf und das Resultat der Vernichtung ist $o E$. Dieses ist der Zustand, in welchem jene entgegengesetzten Elektricitäten in jedem Körper enthalten sind; wird aber das Gleichgewicht der Verbindung aufgehoben, so äufsert sich jede einzelne elektrische Potenz durch ihre differente Wirkung.

§. 268.

Die elektrischen Phänomene können auf eine fünffach verschiedene Weise erregt werden, und zwar: 1) durch Reiben; 2) durch Veränderung der Temperatur; 3) durch wechselseitige Berührung verschieden gearteter Körper; 4) durch einen zur Zeit noch nicht genau bekannten Prozefs in den Wolken; 5) durch einen eignen organischen Prozefs. Wir wollen jede einzelne Art der Erregung und die davon abhän-

genden Erfolge einer näheren Betrachtung unterwerfen.

1. Erregung der Elektricität durch Reiben.

§. 269.

Manche Körper haben die Eigenschaft, die durch Reiben erregte Elektricität auf ihrer Oberfläche anzuhäufen, ohne solche durch sich hindurch zu führen; andere gestatten derselben einen mehr oder weniger schnellen Durchgang. Jene werden Nichtleiter, die letztern werden Leiter der Elektricität genannt.

a) Zu den vorzüglichsten Nichtleitern der Elektricität gehören: Glas, Schwefel, Harze, Siegellack, trocknes Holz, trockne Luft, Diamant, Turmalin.

b) Zu den vorzüglichsten Leitern der Elektricität gehören: Wasser, alle Metalle, der thierische Körper, Kohle, Graphit, alle lebende Pflanzen.

c) Einige Körper haben die Eigenschaft, nur eine Elektricität durch sich hindurch zu leiten; diese werden unipolare Leiter genannt. So läſst (nach Ermann) die trockne Seife nur $+E$ durch sich, isolirt aber $-E$. Die Flamme des brennenden Phosphors leitet nur $-E$, isolirt aber $+E$ etc.

Die nichtleitenden Körper werden Isolatoren der Elektricität genannt und als solche gebraucht.

Elektrisirmaschinen.

§. 270.

Wenn ein Nichtleiter mit einem elek-

trischen Leiter zusammen gerieben oder gestoſsen wird, so erfolgen die bereits (§. 261.) erörterten Phänomene der Elektricität. Hierauf gründet sich die Einrichtung der sogenannten Elektrisirmaschinen, die dazu geschickt sind, starke Erfolge der Elektricität zu veranlassen.

§. 271.

Jede Elektrisirmaschine bestehet aus drei Haupttheilen: 1) einem idioelektrischen Körper, welcher gerieben wird, (gewöhnlich eine um ihre Axe bewegliche Scheibe, eine Kugel oder ein Cylinder von polirtem Glas); 2) dem Reibezeug (gewöhnlich einem ausgepolsterten Lederkissen auf einer metallenen Platte befestiget); 3) einem Conductor oder isolirten Leiter von Metall (gewöhnlich einer hohlen Kugel oder einem Cylinder von Messingblech und von Pappe mit Stanniol überzogen), der durch ein gläsernes Statif isolirt ist. Die Zusammenstellung dieser Theile kann sehr verschieden seyn.

§. 272.

Wenn die Maschine dergestalt in Bewegung gesetzt wird, daſs sich die nichtleitende und die leitende Substanz an einander reiben, so wird auf der Stelle Elektricität erregt. Man nimmt sie wahr: durch ein knisterndes Geräusch, durch einen eignen phosphorischen Geruch und durch das Ausströmen eines farbigen Lichtes, welches besonders im dunkeln deutlich bemerkbar wird.

§. 273.

Um die Elektricität zu vermehren, muſs die leitende Kraft des Reibezeugs verstärkt werden.

Man verrichtet solches, wenn man die Lederflächen desselben mit einem Amalgam bestreicht, das aus 1 Theil Zinn, 1 Theil Zink und 2 Theilen Quecksilber zubereitet und mit etwas Hammeltalg zur steifen Salbe angerieben ist. Um das Ausströmen der erregten Elektricität in die Luft zu verhüten, wird das Reibezeug dergestalt mit Wachstaffet umgeben, dafs derselbe, während der Bewegung der Maschine, sich an den geriebenen Körper anschmiegt.

§. 274.

Wenn der isolirte Conductor dem zu reibenden Körper (der Scheibe) nahe genug gestellt ist und die Maschine in Bewegung gesetzt wird, so empfängt er die erregte Elektricität, welche auf seiner Oberfläche verbreitet und fortgeleitet wird, und wenn man dem entgegengesetzten Ende desselben den Knöchel des Fingers oder einen abgerundeten metallnen Körper nähert, so springt zwischen beiden ein leuchtender Funke mit knisterndem Geräusch über.

a) Weil die Elektricität von scharfen Spitzen und Schneiden viel stärker angezogen wird, als von abgerundeten Gegenständen, so mufs der Conductor an dem Ende, an welchem derselbe mit der geriebenen Scheibe in Verbindung steht, mit Spitzen oder Schärfen versehen seyn. Am entgegengesetzten Ende hingegen, mufs er vollkommen abgerundet seyn.

§. 275.

Wenn das Reibezeug vollkommen isolirt ist, so ist die Wirkung der Elektricität nur unbedeutend. Wird dasselbe aber, durch eine mit

ihm verbundene und auf den Fuſsboden herabhängende metallne Kette, mit der Erde verbunden, so findet ein fortwährendes Ausströmen der Elektricität Statt: weil nun das + *E*, welches sich aus dem Reibezeuge entwickelt, durch das + *E* des Erdballs immer wieder ersetzt wird.

§. 276.

Wenn daher die Maschine in Bewegung gesetzt wird, so ist der Zustand der Scheibe + *E* und — *E*, also = o *E*. Eben so ist auch der Zustand des Reibezeugs + *E* und — *E*, also = o *E*. Während der Bewegung bleibt der Zustand der Scheibe unverändert. Das + *E* des Reibezeugs wird aber frei und verbreitet sich über die Oberfläche der geriebenen Scheibe und von da über den Conductor, durch welchen solches fortgeleitet wird. Das — *E* des Reibezeugs wird gleichfalls frei. War das Reibezeug isolirt und man nähert demselben, während der Bewegung der Maschine, die Hand oder einen andern leitenden Gegenstand, so ersetzt es sich aus selbigem sein verlornes + *E*; und so findet aus dem Grunde ein fortwährendes Ausströmen von + *E* von der Scheibe Statt.

Beispiele.

a. Man setze die Maschine in Bewegung, während das Reibezeug isolirt ist: die Wirkung der Elektricität wird unbedeutend seyn.

b. Man nähere dem Reibezeuge den Knöchel der Hand, oder einen metallnen Gegenstand; es werden Funken aus demselben in das Reibezeug überstreichen, und die Elektricität des Leiters wird in gleichem Grade vermehrt werden.

Das Elektrometer.

§. 277.

Um sehr schwache Phänomene der Elektricität sinnlich wahrnehmbar zu machen, bedient man sich der Elektrometer oder Elektroscope. Ein solches Elektrometer (*Tab. I. Fig.* 26.) bestehet aus einem gläsernen Cylinder oder conischen Glase mit messingenem Boden. Seine Oeffnung verschliefst gleichfalls eine metallene Haube, aus deren Mittelpunkte zwei sehr dünne Streifen von Gold oder Silber parallel in das Glas herabhängen, während die Haube nach aufsen mit einer langen metallnen Spitze versehen ist. Wird der Spitze eine geriebene Stange Siegellack genähert, so fahren die Metallstreifen aus einander, sie bilden einen Winkel mit dem Aufhängungspunkte, der um so gröfser ist, je stärker die Elektricität war. Dieses ist das Bennetsche Elektrometer.

§. 278.

Vorzüglicher als das Bennetsche ist das Singersche Elektrometer (*Tab. I. Fig.* 27.) Es bestehet aus einem gläsernen Cylinder, auf dem ein messingener Hut ruhet. Die Isolirung geschiehet mittelst einer 4 Zoll langen gläsernen Röhre, die drei Linien im Lichten hat, auswendig mit Siegellack überzogen und mit einem Messingdrahte von 5 Zoll Länge und $\frac{1}{12}$ Zoll Dicke versehen ist, der durch die Axe des Glascylinders so hindurchgehet, dafs er von aller Berührung mit irgend einem Theil der Röhre befreiet bleibt, und in der Mitte derselben mit einem Stöpsel aus Seide befestiget

ist, der ihn mit dem inneren Durchmesser der Röhre concentrisch erhält. *A* ist ein messingener, auf den obersten Theil des Drahtes angeschraubter Hut, der dazu dient, die Atmosphäre von der freien Berührung mit der Aufsenseite der Röhre abzuhalten und die innere Seite vor Dünsten zu schützen. Am unteren Ende des Drahts sind zwei Goldstreifchen befesiget.

Der elektrische Condensator.

§. 279.

Wenn die Elektricität so schwach ist, dafs solche geradezu keine Wirkung auf das Elektrometer äufsert, so erreicht man dieses mit Hülfe des elektrischen Condensators. Er bestehet aus zwei vollkommen ebenen, abgerundeten und polirten Metallscheiben (*Tab. I. Fig.* 28.) Die eine ist in gleichem Abstande vom Mittelpunkte mit drei gleich hohen Tropfen von Siegellack bedeckt. Die untere Scheibe ruhet auf einem gläsernen Statif, die obere ist mit einem gläsernen Handgriff versehen. Zwischen beiden Metallscheiben ruhet also eine dünne Schicht atmosphärischer Luft, die nur eines sehr schwachen Grades von elektrischer Ladung fähig ist.

§. 280.

Will man mittelst des Condensators die Elektricität eines Körpers untersuchen, so wird solcher auf die obere Scheibe desselben gelegt, während man die untere mit dem Finger oder mit einem andern leitenden Gegenstande in Berührung bringt. Hierdurch wird die der obern Scheibe zugekehrte Seite der Luftschicht mit

der Elektricität des zu untersuchenden Körpers geladen, während die ihr entgegengesetzte Seite, durch die untere Scheibe und den Finger, die gleichnamige Elektricität von sich giebt; dabei aber die entgegengesetzte aus der untern Luftschicht bindet. Hebt man nun die obere Scheibe, mittelst des Handgriffes empor, so wird die Ladung vernichtet und alle Elektricität, welche dem Körper durch die obere Scheibe zu dieser Ladung entzogen wurde, wird nun in der Metallscheibe mit einemmal frei und kann mit dem Elektrometer gemessen werden, indem man die geladene Scheibe der Spitze des Elektrometers nähert.

§. 281.

Das Elektrometer und der Condensator sind nicht allein dazu bestimmt, die sonst nicht wahrnehmbaren Phänomene der Elektricität dadurch merkbar zu machen, sondern auch, dadurch zu erforschen, ob solche durch + *E* oder durch — *E* erregt worden waren.

Beispiele.

a. Um zu erforschen, ob die in einem Körper erregte Elektricität + *E* oder — *E* ist, bringe man selbigen erst mit dem Condensator in Berührung und nähere diesen hierauf dem Elektrometer; die Metallstreifen des letztern werden divergiren.

b. Man berühre nun die Spitze des Elektrometers mit einer geriebenen Stange Siegellack. Die Metallstreifen werden von einander entfernt bleiben, wenn die Elektricität — *E* war; sie werden hingegen zusammenfallen, wenn sie + *E* war.

§. 282.

Der Condensator und das Elektrometer

sind unentbehrliche Instrumente in einem physikalisch-chemischen Apparate, seitdem man beobachtet hat, daſs mit der Veranstaltung vieler chemischen Prozesse, namentlich der Verbrennung, der Auflösung, der Krystallisation, der Verdunstung etc. die Phänomene der freien Elektricität fast immer verbunden sind. Um sie wahrzunehmen, bedient man sich eines Drahtes von Platin, von Stahl oder von Messing, der in der Mitte mit einem isolirten Handgriffe von Glas oder von Siegellack verbunden ist. Soll dadurch die sich entwickelnde Elektricität bemerkbar gemacht werden, so fasset man den Draht an seinem Handgriff, bringt das eine Ende desselben mit dem in Untersuchung befindlichen Gegenstande, das andere hingegen mit der oberen Scheibe des Condensators in Berührung, während man zugleich die untere Scheibe mit dem Finger berührt. Wenn man nun, nach dem Zeitraume von einigen Sekunden, den Draht hinwegnimmt und die obere Scheibe emporhebt, so findet man solche elektrisch. Die Elektricität, welche bei der Operation frei wurde, und in jedem Augenblick zu unbedeutend war, um auf das Elektrometer wirken zu können, sammelt sich bei dieser Behandlung in der obern Scheibe, wodurch die Luftschicht geladen wird; sie wird hingegen frei, wenn man die obere Scheibe hinwegnimmt und die Ladung dadurch aufhebt.

Vertheilung der Elektricität; elektrischer Wirkungskreis.

§. 283.

Wenn ein isolirter Leiter elektrisirt und

ihm ein nicht isolirter entgegengestellt wird, so daſs sich zwischen beiden eine dünne Schicht Luft, Glas oder ein anderer Nichtleiter befindet: so empfängt unter diesen Umständen der nicht isolirte Leiter eine Elektricität, die der des ursprünglich elektrisirten entgegengesetzt ist. In dem Fall sagt man, daſs der nicht isolirte Körper durch Vertheilung elektrisirt werde. Die auf solche Weise erregte Elektricität bleibt so lange merkbar, bis ein Knall, ein Funke oder eine sonstige Entladung erfolgt, wodurch die entgegengesetzte Elektricität wieder vernichtet wird. Auf solche Weise kann die Elektricität durch eine lange Reihe von isolirten Leitern hindurch sich äuſsern, wenn nur der letztere mit der Erde in Gemeinschaft stehet.

Beispiel.

In der Vorrichtung (*Tab. I. Fig.* 29.) zeigt *A* den positiv elektrischen Leiter einer Elektrisirmaschine. *B, C, D* sind drei isolirte Leiter in kleinen Entfernungen von einander, von denen *D* eine den Boden berührende Kette hat. 1, 2, 3, 4, 5 und 6 sind kleine an Fäden hängende Kugeln von Holundermark. Die Kugeln 1, welche positiv elektrisch sind, ziehen die Kugeln 2 an, welche durch Vertheilung minus elektrisch worden sind. So wird also jeder einzelne Leiter polarisch. Die Kugeln 3 werden positiv, die 4 negativ, die 5 wieder positiv, die 6 wieder negativ etc. Die Mittelpunkte jener Leiter, *B, C,* und *D* sind indifferent. Wenn aber die entgegengesetzten Elektricitäten eine groſse Intensität erreicht haben, so gehen zwischen den verschiedenen Leitern Funken hindurch und alle elektrische Phänomene verschwinden.

Die Leidener Flasche oder Verstärkungsflasche.

§. 284.

Ein cylinderförmiges Gefäfs von dünnem Glase, das inwendig und auswendig bis auf drei Viertel seiner Höhe mit Stanniol belegt, dessen oberer Theil hingegen mit Bernsteinfirnifs, oder mit in Weingeist aufgelöstem Siegellack überzogen ist und aus dessen Mittelpunkte ein Metalldraht bis auf den Boden hinabreicht, der sich aber in eine messingene Kugel endigt (*Tab. I. Fig.* 30.), wird eine Kleist'sche, eine Leidener, oder eine Verstärkungsflasche genannt. Fasset man den untern Theil dieser Geräthschaft mit der rechten Hand, hält die Kugel an den geladenen Conductor einer Elektrisirmaschine, läfst einige Funken hineintreten, und berührt nun die Kugel mit der linken Hand, so empfindet man durch die Arme und die Brust eine lebhafte Erschütterung. Setzt man indessen einen krummgebogenen an beiden Enden mit Kugeln versehenen Draht, mit seinem einen Ende mit der äufsern Bekleidung, mit dem andern aber mit der Kugel in Berührung, so springt ein knisternder Funke heraus, und die Flasche ist entladen, ihre elektrische Wirkung ist verschwunden.

Beispiele.

a. Man lade die Flasche, indem man die Kugel derselben dem isolirten Leiter einer in Bewegung gesetzten Elektrisirmaschine nähert. Man berühre nun die äufsere Bekleidung der Flasche mit der einen Kugel des Ausladers (*Tab. I. Fig.* 31.) und bringe die zweite Kugel desselben, der Kugel der geladenen Flasche

Flasche in die Nähe: es wird ein mit einem schwachen Knall begleiteter Funke herausfahren.

b. Um die relative Ladung der Flasche zu betimmen, verbinde man den Conductor der Maschine mit einem Henly'schen Quadranten-Elektrometer.

§. 285.

Um die Wirkung der geladenen Verstärkungsflasche zu erklären, darf man sich nur dasjenige in das Gedächtniſs zurückrufen, was bei der Vertheilung der Elektricität, oder den elektrischen Wirkungskreisen (§. 283.) erörtert worden ist. Es ist bereits bemerkt worden, daſs jeder Körper im Weltraume ein gewisses Maſs + *E* und — *E* im gebundenen Zustande enthält. Werden diese in Freiheit gesetzt, so zeigt jede einzelne ein Streben sich auszudehnen, d. i. in jeden leitenden Körper überzutreten: ein Uebergang, der so lange dauert, bis die Elektricitäten von beiden Körpern einen gleichen Grad der Spannung annehmen, d. i. bis sie ins Gleichgewicht gekommen sind. Wird der innern Bekleidung einer solchen Flasche + *E* mitgetheilt, so bildet sich in der Masse des Glases eine Vertheilung (ein Wirkungskreis), welcher das Produkt von + *E* und — *E* der äuſsern Bekleidung erreicht. Hierdurch wird nun das — *E* der äuſsern Bekleidung gebunden, und das + *E* derselben muſs ausströmen. Weil hier nun das innere + *E* und das äuſsere — *E* sich gegenseitig binden, so kann die Flasche eine groſse Menge Elektricität aufnehmen, doch nur bis auf einen gewissen Grad; denn wenn die innere Elektricität einen Wir-

kungskreis hat, so hat sie auch eine Schlagweite, und diese erweitert sich nach dem Maſse, als die Elektricität im Innern angehäuft wird. Wenn daher die Ladung einer Flasche zu lange fortgesetzt wird, so erreicht die innere Elektricität endlich die äuſsere Bekleidung, und es erfolgt eine Selbstentladung durch das Glas, welches zertrümmert wird. Der innere Zustand einer geladenen Flasche ist $+E-E+E$; der äuſsere hingegen $-E$. Werden diese beide in Verbindung gesetzt, so gehet das $+E$ der innern Seite in das $-E$ der äuſsern über, das Gleichgewicht wird hergestellt, und der Zustand ist nun auf beiden Seiten Null E.

§. 286.

Wird eine Leidener Flasche durch das $+E$ des mit der bewegten Maschine verbundenen Leiters elektrisirt, so kann man eine zweite durch die äuſsere Bekleidung der ersten laden; und wenn die Flaschen isolirt werden, dann können mehrere mit einem Mal auf solche Weise geladen werden, wenn man nur die äuſsere Bekleidung der letztern mit dem Fuſsboden verbindet. Auf solche Weise bildet sich eine polarische Reihe (§. 283), indem hier das Glas, statt der Luft, das Mittel der Vertheilung ist.

Beispiel.

Es sey *C P (Tab. I. Fig. 32.)* der $+E$ Leiter der Maschine; *a, b, c* seyen drei isolirte Leidener Flaschen, von denen die äuſsere Bekleidung der letztern *c,* durch eine metallene Kette, mit dem Fuſsboden verbunden ist. Hier findet derselbe polarische Zustand Statt, wie bei den früher (§. 283.) gedachten Leitern. *a, b* und *c* sind im Innern durch $+E$;

n, *n*, *n* sind durch — *E* geladen. Trennt man die Flaschen von einander, so ist jede einzelne für sich geladen. Sind aber die drei innern Bekleidungen *p*, *p*, *p* und die drei äufsern *n*, *n*, *n* mit einander verbunden, so mufs das Ganze wie eine einzige Flasche entladen werden können.

§. 287.

Auf solche Weise kann man also eine Flasche laden, wenn man die in ihr vorhandene Elektricität von einer Oberfläche zur andern überleitet, indem man sie isolirt und ihre innere Bekleidung mit dem positiv elektrischen, die äufsere hingegen mit dem negativ elektrischen Leiter der bewegten Maschine verbindet; wodurch sehr deutlich die nicht leitende Eigenschaft des Glases begründet wird. Die metallische Bekleidung der Flaschen dient blofs dazu, die Elektricität auf beiden Oberflächen gleichförmig zu vertheilen; denn, nimmt man die beweglich angebrachte Bekleidung hinweg, so bleibt die Flasche auch dann noch geladen.

§. 288.

Man redet in der Elektricitätslehre oft von Menge und von Stärke der Elektricität, welche Ausdrücke nicht verwechselt werden dürfen. Man gebraucht nämlich das Wort Menge zur Bezeichnung der absoluten Quantität der elektrischen Materie in einem Körper; des Wortes Stärke hingegen bedient man sich zur Bezeichnung der Kraft, mit welcher die Elektricität durch eine gewisse Schicht Luft, oder einen andern schlecht leitenden Zwischenkörper hindurchgehet.

Elektrische Batterie.

§. 289.

Wenn man eine Anzahl Leidener Flaschen so mit einander verbunden hat, dafs ihre innern und ihre äufsern Bekleidungen mit einander in Gemeinschaft stehen, so nennt man diese Vorrichtung eine elektrische Batterie, oder ein elektrisches Baquet. Vermittelst einer solchen Vorrichtung können mehrere Flaschen gemeinschaftlich mit einem Mal geladen und eben so auch entladen werden, nur mufs man sich dann eines Ausladers bedienen, der durch einen gläsernen Handgriff isolirt ist. An die Stelle der Leidener Flaschen kann man sich (nach Dana) auch gläserner Tafeln bedienen, die auf beiden Flächen, bis etwa anderthalb Zoll vom Rande, mit Stanniol belegt und an den Kanten wechselseitig durch Zinnstreifen verbunden sind.

(Schweigers Journal für Chemie und Physik. 1820 28. Band, Seite 257 etc.)

§. 290.

Mittelst einer solchen elektrischen Batterie lassen sich, nach Verhältnifs der Flaschen- oder Tafelzahl, aufserordentliche Wirkungen hervorbringen: 1. Vögel und andere kleine Thiere werden durch den verstärkten Funken einer Batterie getödtet. 2. Der Funke schlägt durch ein ganzes Spiel Karten, durch Holzplatten, durch Zinn- und Bleiplatten hindurch, und die dadurch entstandenen Löcher haben allemal auf beiden Seiten einen aufgeworfenen Rand. 3. Zarte Metallfäden werden dadurch bald glühend gemacht, bald geschmolzen, bald oxydirt,

z. B. Claviersaiten von Nro. 10 und 11. 4 Blätter von ächtem Gold und Silber werden dadurch in Glas eingeschmolzen u. s. w.

Der Elektrophor.

§. 291.

Der Elektrophor (*Tab. I. Fig.* 33.), welcher durch Volta angegeben und mit diesem Namen bezeichnet worden ist, besteht aus folgenden Theilen: 1. dem Teller (der Form); 2. dem Harzkuchen (der Basis); 3. dem Deckel (der Trommel oder dem Schild), welcher durch seidene Schnüre oder einen gläsernen Handgriff isolirt seyn muſs. Als Teller oder Form bedient man sich einer etwa 4 Linien vertieften Scheibe von verzinntem Eisen oder Messingblech, oder von mit Staniol überzogenem Holz. Als Basis oder Harzkuchen bedient man sich eines zusammengeschmolzenen Gemenges von 10 Theilen Schellack, 3 Theilen Kolophonium, 2 Theilen venetianischen Terpenthin, 2 Theilen Wachs und einem halben Theil Pech, welches über den Teller ausgegossen wird. Der Deckel besteht in einer im Mittelpunkte mit dem gläsernen Handgriff, oder durch seidene Schnüren isolirten und mit Stanniol auf beiden Seiten überzogenen Scheibe von Pappe, deren Durchmesser nur einige Linien kleiner ist, als der des Tellers.

§. 292.

Schlägt man den Harzkuchen mit einem Fuchsschwanz, einem Katzenbalg, oder einem wollenen Lappen, so nimmt seine obere Fläche den Zustand von — *E* und die untere den

von + *E* an, vorausgesetzt, dafs der Teller mit dem Fufsboden in Verbindung gesetzt ist, und an diesen eben so viel + *E* absetzen kann, als durch das Reiben des Harzkuchens auf der obern Seite — *E* erregt wird.

Beispiel.

Es stelle *AB* (*Tab. I. Fig.* 33) den Harzkuchen, *CD* aber den Metallteller vor. Die obere Seite des Kuchens sey — *E*, die untere sey + *E* und der Teller sey isolirt. In diesem Fall mufs die Elektricität des Tellers sich trennen, und zwar in — *E*, welches durch das + *E* der untern Seite des Harzkuchens gebunden und in + *E*, welches frei wird. Legt man nun den Deckel *EF* auf den Harzkuchen, so mufs seine Elektricität auf gleiche Weise sich trennen in + *E*, welches mit dem — *E* des Harzkuchens sich verbindet, und in — *E*, welches frei wird. Man stelle nun mit dem Finger zwischen *C* und *E* eine leitende Verbindung her, so empfindet man einen Stofs in der Hand, weil das freie + *E* des Tellers mit dem freien — *E* des Deckels sich verbindet, und der Elektrophor giebt nun kein Zeichen der Elektricität mehr von sich. Wird hingegen der Dekkel *EF* mittelst seines isolirten Handgriffs *G* vom Harzkuchen emporgehoben, dann wird das + *E* des Deckels nicht mehr an das — *E* des Harzkuchens gebunden, sondern erscheint frei, und der dadurch + *E* gewordene Deckel ist geladen, und theilt einem ihm genäherten Körper + *E* mit. Ist hingegen der Teller des Elektrophors *CD* nicht isolirt, so entweicht sein frei gewordenes + *E* und theilt sich der Erde mit. Berührt man nun den Deckel *EF*, so entweicht sein — *E* mit einem Funken, während sein + *E* von dem — *E* des Harzkuchens zurückgehalten wird. Legt man den seines + *E* beraubten Deckel wieder auf den Harzkuchen, so gehet dieselbe Thei-

lung der Elektricitäten aufs neue vor sich. Der Deckel giebt nun, wenn er aufgehoben wird, wieder einen Funken von sich u. s. w, und nun kann der Elektrophor als Elektrisirmaschine benutzt werden.

§. 293.

Um sich die Art und Weise begreiflich zu machen, wie die elektrischen Phänomene hier bloſs durch Zertheilung der in den Körpern enthaltenen elektrischen Materie, und ohne Mittheilung unterhalten werden können, kann man sich vorstellen, 1. daſs der elektrische Stoff von allen Körpern geleitet wird; 2. daſs Leiter und Nichtleiter nur allein dessen Bestandtheile, nämlich $+E$ und $-E$ fortleiten; 3. daſs auf solche Weise ein Körper, wenn solcher durch die Zertheilung seiner natürlichen Elektricität einen Theil derselben einbüſst, sich den Verlust aus andern ihn umgebenden Körpern wieder aufnimmt, wodurch also die Elektricität allerwärts im Gleichgewicht gehalten werden muſs.

§. 294.

Auſser dem, was bereits über den Unterschied der sich in ihren Wirkungen entgegengesetzten Elektricitäten $+E$ und $-E$ erörtert worden ist, geben sich dieselben auch noch durch manche andre auffallende Erscheinung zu erkennen, wie man sich leicht durch die Erfahrung davon überzeugen kann.

Beispiele.

a. Man berühre die Oberfläche einer Harzplatte mit einem durch $+E$ geladenen Körper und bestreue hierauf die berührte Stelle mit Bärlappsamen: es bildet sich eine Figur, aus deren Mittelpunkte Strahlen auszugehen scheinen.

b. Jene Figur erscheint von gerundeter Gestalt, wenn sie durch — *E* gebildet wird.

c. Wenn man das aus der Spitze eines + *E* geladenen Conductors ausströmende Licht im Dunkeln bemerkt, so zeigt solches die Gestalt eines Kegels. Das aus der Spitze des — *E* geladenen Conductors erscheint als ein leuchtender Punkt.

d. Läſst man die Elektricität aus der Spitze eines + *E* geladenen Leiters auf die Zunge einströmen, so erregt sie einen säuerlichen Geschmack. Die aus der — *E* geladenen Spitze ausströmende erregt einen brennenden, fast alkalischen Geschmack.

e. Läſst man die Elektricität des + *E* geladenen Leiters auf feuchtes Lackmuspapier einströmen, so wird seine blaue Farbe in eine rothe umgewandelt; die des — *E* geladenen Leiters stellet die blaue Farbe wieder her.

2. Erregung der Elektricität durch Veränderung der Temperatur.

§. 295.

Wenn man einige krystallisirte Fossilien, namentlich Turmalin, Topas, Prehnit, Mesotyp etc. erwärmt, so bemerkt man, daſs solche elektrisch werden, die Elektricität aber wieder verlieren, wenn ihre Temperatur ein gewisses Maximum erreicht hat; dagegen die Elektricität wieder erscheint, wenn der Körper sich abkühlt. In diesem Fall häufen sich die entgegengesetzten Elektricitäten in zwei entgegengesetzten Punkten des Krystalls an, die an den Endspitzen desselben liegen, dergestalt, daſs die elektrische Axe mit der Axe des Krystalls zusammenfällt, welches selbst dann der Fall ist, wenn bei dem angewendeten Stück

diese Axe von geringerer Dimension ist, als der Durchmesser des Querschnitts. Jene beiden entgegengesetzten elektrischen Punkte werden elektrische Pole, und ein auf solche Weise elektrisirbarer Körper wird polarisch genannt.

§. 296.

Der Punkt, welcher bei einer solchen Erwärmung + *E* empfängt, wird beim Abkühlen zum — *E* Pol. Bringt man dem elektrisch-polarischen Körper kleine Schnittchen Papier oder andere leichte Körper in die Nähe, so werden solche von den Polen angezogen und rund um dieselben herum angesammelt; oder, wenn die Elektricität stark ist, werden sie auch wohl wechselsweise von den Polen angezogen und abgestoſsen. Der Umstand, daſs die elektrische und die Krystallisationsaxe zusammenfallen, scheint zu beweisen, daſs jene Eigenschaft, elektrisch zu werden, von einer elektrischen Polarität der kleinsten Theilchen herstammt, und daſs diese Polarität höchst wahrscheinlich an der Bildung der regelmäſsigen Krystallform Antheil hat.

§. 297.

Wenn liquide Körper erstarren oder starre in die liquide und in die Dunstform übergehen, so wird bei jener Veränderung Elektricität entwickelt, die aber oft so schwach ist, daſs sie nur mit Mühe bemerkbar gemacht werden kann.

Beispiele.

a. Wenn (nach Grotthous) in einer nicht isolirten Leidener Flasche, Wasser schnell zum Gefrieren abgekühlt wird, so empfängt die Flasche

eine schwache Ladung: ihre innere Bekleidung wird + *E* und die äufsere — *E*.

b. Wird jenes Wasser schnell aufgethauet, so erscheint nun, umgekehrt, die innere Bekleidung — *E*, die äufsere hingegen + *E*.

c. Wachs und Chokolate nehmen, wenn sie in der Wärme geschmolzen sind, beim Erstarren einen so hohen Grad von Elektricität an, dafs sie leichte Körper anziehen.

d. Wird eine Flüssigkeit verdunstet, so erscheint der verdunstende Theil — *E*, der noch tropfbare hingegen + *E*.

e. Wird der Dunst verdichtet, so erscheint der verdichtete Theil — *E*, der noch ausgedehnte hingegen + *E*.

3. Erregung der Elektricität durch die wechselseitige Berührung verschieden gearteter Körper. (*Galvanismus*).

§. 298.

Wenn zwei isolirte, aber verschieden geartete Körper mit einander in Berührung gebracht und dann wieder von einander entfernt werden, so zeigt der eine + *E* und der andere — *E*, die sich nicht offenbarten, so lange die Körper noch mit einander in Berührung standen. Hierbei bestimmt die natürliche Beschaffenheit der sich berührenden Körper, sowohl den Grad der elektrischen Vertheilung, als die Art der Elektricität, welche in jedem einzelnen Körper frei wird.

Beispiele.

a. Eine isolirte Platte von Zink bringe man mit einer gleichfalls isolirten Platte von Kupfer oder von Silber in Berührung, und entferne sie dann wie-

der von einander: man findet jetzt die Zinkplatte + *E*, die Kupfer- oder Silberplatte hingegen — *E*.

b. Berührt man die Schenkelnerven eines eben getödteten Frosches mit einem Stabe von Zink und den muskulösen Theil mit einem Stäbchen Silber, und bringt nun beide Stäbe an den äufsern Enden in Berührung, so entstehen heftige Zuckungen im Froschschenkel, so oft die Berührung vorgenommen wird; eben so wie durch einen elektrischen Funken, oder die Entladung einer kleinen elektrischen Flasche.

c. Legt man einen Streif Zink auf die Zunge und einen Streif Silber unter dieselbe und berührt nun die Enden beider Metalle, so empfindet man einen stechenden, säuerlichen Reiz auf der Zunge und öfters Lichterscheinungen in den Augen.

§. 299.

Der Grad der elektrischen Vertheilung scheint von dem Grade der chemischen Affinität der Körper abhängig zu seyn, so dafs selbige bei starken Affinitäten ebenfalls stark, bei sehr schwachen hingegen, entweder sehr schwach oder gar Null ist. Die Art der Elektricität hingegen, welche in einem Körper frei wird, beruhet auf seiner chemischen Natur.

Beispiele.

a. Unter den Metallen, oder andern verbrennlichen Körpern, wird allemal dasjenige, dessen Oxyd die stärkste Affinität zu den Säuren hat, + *E*, das andere hingegen — *E* seyn, wenn auch das Oxyd des letztern sich gleichfalls mit Säuren verbindet, oder selbst eine Säure ist.

b. Sind die in Berührung getretenen Körper bereits oxydirt, so gilt dasselbe.

§. 300.

Man kennt zur Zeit noch nicht den Grund, warum die Körper bei der Berührung elektrisch werden. Wenn es aber richtig ist, daſs in allen Körpern ein gewisser Grad von Elektricität im Zustande der Vertheilung existirt, und dieser Zustand auf der elektrischen Polarität der kleinsten Theilchen beruhet; so muſs die elektrische Erscheinung ihren Grund darin haben, daſs die entgegengesetzten Metalle, im Augenblick ihrer Berührung, einen Theil ihrer entgegengesetzten Elektricitäten (das — *E* des Zinks und das + *E* des Kupfers oder Silbers) einander sättigen; wodurch dann bei der Trennung im Zink + *E* und im Kupfer oder Silber — *E* frei wird, ungefähr eben so, wie beim Aufheben des Deckels vom Harzkuchen des Elektrophors.

§. 301.

Wenn man eine Anzahl Kupfer- oder Silberplatten, mit Zinkplatten und Druckpapier dergestalt über einander legt, daſs erst Kupfer, dann Zink, hierauf Papier etc. über einander zu ruhen kommen, und zwar so, daſs, wenn der Zink an einer so gebildeten Säule den Anfang macht, das Ende derselben aus einer Kupferplatte bestehet, so zeigt sich die durch die Berührung erregte Elektricität, vermittelst des gewöhnlichen Elektrometers.

Beispiele.

a. Es sey (*Tab. I. Fig.* 34.) *A* eine gläserne Röhre, in welcher eine Reihe von Zink, Kupfer und Papierscheiben, nach der vorher geordneten Art, zusammengereihet sind. *B* sey ein metallischer

Hut, der mit der äussersten Kupferplatte, und *C* ein anderer, der mit der äussersten Zinkscheibe in Verbindung steht. Man placire diese Säule über zwei Elektrometer, so findet man die Elektricität in *b* — *E* und in *c* + *E*.

b. Macht man dieselbe Vorrichtung, befeuchtet aber die Papierscheiben vorher mit einer Flüssigkeit von in Wasser gelöstem Salmiak, oder mit einer sehr verdünnten Säure, so zeigt sich alles eben so. Bringt man aber einen mit der letzten Kupferscheibe verbundenen Draht mit der ersten Zinkscheibe in Berührung, so wird, wenn die Zahl der Scheiben groſs genug war, (40 bis 50 Paar), ein Funke wahrgenommen.

§. 302.

Die Erregung der Elektricität durch Berührung wurde zuerst durch Galvani in Pavia entdeckt, und ist daher Galvanische Elektricität oder Galvanismus genannt worden. Aber Volta entdeckte zuerst die stärkere Erregung durch die Bildung einer Säule von Zink und Kupfer oder Silber, mit abwechselnden Scheiben von feuchtem Papier, daher solche die Volta'sche Säule genannt worden ist. Um die Volta'sche Säule darzustellen, kann man sich einer sehr verschiedenen Methode bedienen, je nachdem die Wirkung stärker oder schwächer seyn soll.

Beispiele.

a. Man schichte runde, oder wenn man will, auch viereckige Platten von Zink und Kupfer, und mit durch Salmiaklösung oder verdünnter Schwefelsäure angefeuchtete Scheiben von Pappe, von Tuch oder von Flanell (*Tab. I. Fig.* 35.) dergestalt über einander, daſs Zink, Kupfer und ein feuchter Leiter einander folgen, und wenn der

Zink anfängt, das Kupfer endiget. Man kann die Säule stehend oder liegend machen, welches gleichviel ist. Hat man auf selbige Weise 50 bis 60 Plattenpaare mit einander verbunden, und man verbindet das Zinkende *P* mit dem Kupferende *N* mit zwei Elektrometern, so zeigt der Zinkpol + *E* und der Kupferpol — *E*. Berührt man beide entgegengesetzten Pole mit den Fingern oder der Hand, so empfängt man eine Erschütterung. Werden beide Pole durch einen kupfernen Draht verbunden, so erfolgt ein Funke.

b. Kittet man zwei Zink- oder Kupferplatten, die auf der einen Fläche zusammengelöthet sind, in regelmäſsiger Ordnung, in hölzerne Tröge, und füllet die Zwischenzellen mit in Wasser gelöstem Salmiak oder verdünnter Schwefelsäure aus (*Tab. I. Fig.* 36.), so entstehet der Trogapparat.

c. Man stelle (*Tab. I. Fig.* 37.) mehrere mit verdünnter Schwefelsäure gefüllete Gläser in eine Reihe, und placire in jedes einzelne eine Platte von Kupfer und eine von Zink, so daſs sie sich einander nicht berühren, aber durch Metalldrähte solchergestalt mit einander verbunden sind, daſs der Zink im ersten Glase mit dem Kupfer im zweiten, aber der Zink im zweiten mit dem Kupfer im dritten etc. in Verbindung stehet, so entstehet der sogenannte Becherapparat.

d. Eine Abänderung des Becherapparats bestehet darin, daſs man in den becherförmigen Gläsern, in der vorher gedachten Ordnung, etwas dicke Drähte von Zink und von Kupfer oder Silber abwechseln läſst. Bringt man nun die befeuchteten Finger an die Enden der Dräthe *P* und *N*, so empfindet man eine Erschütterung.

e. In der nachfolgenden Zeichnung (*Tab. I. Fig.* 38.) ist der Trog *A* von Porzellan oder Steingut, mit Abtheilungen von demselben Material, und die Metallplatten sind an einem hölzernen

Riegel in der benannten Ordnung befestiget, so dafs sie durch eine und dieselbe Operation eingetaucht und weggenommen werden können. Der Trog wird mit verdünnter Säure angefüllet. Ordnet man auf solche Weise 500 bis 1000 Doppelplatten, welche in mehreren Trögen vertheilt seyn können, und setzt sie durch Eintauchen in die Flüssigkeit in Thätigkeit, so erfolgen die auffallendsten Wirkungen, wenn die einander entgegengesetzten Pole durch Leiter verbunden werden.

f. Um die kraftvolleste Wirkung zu veranlassen, bedient man sich am besten eines Gemenges von 1 Theil Schwefelsäure, 1 Theil Salpetersäure und 60 Theilen Wasser.

§. 303.

Mittelst solchen Apparaten können mancherlei auffallende Erscheinungen herbeigeführt werden, die von der gröfsten Wichtigkeit sind; wie solches aus den folgenden Beispielen hervorgehet.

Beispiele.

a. Man bringe ein Stückchen Holzkohle (*Tab. I. Fig.* 39.), das mit dem — *E* Kupferdrahte *N* verbunden ist, mit einem andern, das mit dem + *E* Zink *P* verbunden ist, in Berührung. Es wird ein heller Funke und ein starkes Glühen erfolgen, und wenn man allmälig die Spitzen von einander entfernt, eine fortwährende elektrische Strömung durch die erhitzte Luft Statt finden, welche einen schönen Lichtbogen erzeugt.

b. Werden Metalle oder andere verbrennliche Körper in den feurigen Bogen gebracht, so brennen sie sehr hell, und selbst sehr strengflüssige fangen augenblicklich an zu schmelzen. Erdige Substanzen, die sonst unschmelzbar sind, kommen hierdurch in Flufs.

c. Werden die beiden einander entgegengesetzten

Pole mit den feuchten Händen berührt, so empfängt man eine sehr schmerzhafte Erschütterung.

d. Bringt man die entgegengesetzten Pole mit Platindrähten in Verbindung, die in Wasser geleitet sind, so wird solches zersetzt: der Zinkpol entwickelt Sauerstoffgas und der Kupferpol entwickelt Wasserstoffgas.

e. Man fülle die gläsernen oben verschlossenen Röhren *A*, *A* (*Tab. I. Fig.* 40) mit einem blauen Aufguſs von Veilchen und bringe sie umgekehrt in die Gefäſse *B*, *B*, die mit einer mit Wasser gemachten Lösung von Glaubersalz angefüllet sind, und man setze nun die gläserne Röhre *C*, die gleichfalls den Veilchen-Aufguſs enthalten muſs, damit in Verbindung. *P* und *N* sind Platindrähte, welche in zwei Röhren bis auf den Boden reichen, wovon der eine mit dem + *E*, der zweite mit dem — *E* Pol des Apparats verbunden ist. Es wird sich an dem Drahte *P* Sauerstoffgas, an dem *N* aber Wasserstoffgas entwickeln, weil das Wasser zersetzt wird. Aber auch das Glaubersalz, welches aus Schwefelsäure und Natron bestehet, wird zerlegt werden: daher die mit dem + *E* Pol in Verbindung stehende Flüssigkeit sich roth färben wird, weil hier die Schwefelsäure entwickelt worden ist. Die mit dem — *E* Pol in Verbindung stehende wird sich hingegen grün färben, weil hier das Natron entwickelt wird.

f. Auf gleiche Weise können, mittelst eines solchen Apparates, viele andere Materien zersetzt werden. So wird 1) aus Schwefelsäure am + *E* Pol Sauerstoffgas und am — *E* Pol Schwefel abgesetzt. 2) die Salze werden in Basen und Säuren zersetzt. 3) Alkalien und Erden, die man, im nur mäſsig befeuchteten Zustande, zwischen beide Pole bringt, werden in Sauerstoffgas und in metallartige Basen zersetzt.

g. Die Form, welche die frei werdenden Materien an-

annehmen, ist nicht Folge der Elektricität, sondern ihrer chemischen Natur. Die gasfähigen entweichen daher als Gas; die lösbaren bleiben in der Flüssigkeit gelöst; die nichtlösbaren werden gefället.

§. 304.

Alle Körper, welche eine kräftige chemische Thätigkeit gegen einander ausüben, wenn ihre Theile sich frei bewegen können, machen, wenn sie als zusammenhängende Massen wirken, einander entgegengesetzt elektrisch. Aus dem Grunde glaubt Humphry Davy, daſs elektrische und chemische Erscheinungen, wenn sie gleich an sich völlig von einander verschieden sind, dennoch von einer und derselben Kraft herstammen können, die im ersten Fall auf die Massen der Materien, im zweiten Fall aber auf ihre Bestandtheile wirkt.

§. 305.

Da man weiſs, daſs eine Kupfer- und eine Zinkplatte, oder zwei andere Platten von einem schwer- und einem leicht- oxydirbaren Metall, wenn sie sich berühren, + *E* und — *E* zu erkennen geben, so muſs die ursprüngliche Quelle der Elektricität von der Berührung jener Metalle abhängig seyn. Die Anhäufung derselben muſs also der Vertheilung zugeschrieben werden, welche bei der elektrischen Säule durch die dünnen Schichten der Luft, des Papiers, des Wassers etc. Statt findet, wenn solche zwischen die Metallplatten gebracht werden. Dem zufolge zeigt der Apparat die Beschaffenheit einer Reihe von Leitern mit dazwischen befindlicher Luft und von Leidener Flaschen. Wird die elektrische Säule isolirt, so äuſsern die ent-

gegengesetzten Pole derselben schwache + *E* und schwache — *E* Kräfte. Wird aber das eine Ende der Säule mit dem Erdboden verbunden, so nimmt die Elektricität ihrer Pole im hohen Grade zu, wie solches der Effekt auf den Elektrometer beweiset.

§. 306.

Die Kraft einer Volta'schen Säule, auf das Elektrometer zu wirken, läſst sich am deutlichsten bemerken, wenn selbige gut isolirt und mit reinem Wasser durchdrungen ist. Aber ihre Kraft, zu entzünden, so wie Erschütterungen zu erwecken und die anderweitigen Wirkungen hervorzubringen, welche man bemerkt, wenn ihre Pole verbunden werden, wird durch die Dazwischenkunft schwacher Säuren, welche chemisch auf die Metallplatten wirken, vermehrt. Hier wird zwar die Isolirung durch die Erzeugung von Dämpfen gehemmet, aber die Elektricität nimmt dennoch selbst zu: ein Umstand, welchen man vielleicht der Zunahme der positiven Thätigkeit des am meisten oxydirbaren Metalls, durch die Berührung der Säure, zuschreiben kann. Bei Experimenten, die in England mit sehr groſsen Batterien angestellt worden sind, hat sich ergeben, daſs 120 Plattenpaare, die durch ein Gemenge von 1 Theil Salpetersäure und 3 Theilen Wasser in Thätigkeit gesetzt wurden, eine eben so groſse Wirkung hervorbrachten, als 480 solcher Plattenpaare, die durch ein Gemenge von 1 Theil Salpetersäure und 15 Theilen Wasser in Thätigkeit gesetzt wurden.

§. 307.

In dem Volta'schen Apparate wächst also

die Intensität der Stärke der Elektricität mit der Zahl der Plattenpaare; ihre Quantität aber wächst nach dem Maſse, daſs die Oberflächen der Platten vergröſsert werden.

Beispiele.

a. Wenn man eine aus 30 Plattenpaaren, von 2 Quadratzoll Oberfläche, zusammengesetzte Batterie mit einer andern von 30 Plattenpaaren vergleicht, von welchem jede Platte 12 Quadratzoll Oberfläche besitzt, und die beide auf einerlei Weise geladen sind, so nimmt man in ihren Wirkungen auf schlechte oder unvollkommene Leiter keinen Unterschied wahr; denn ihre Kraft, das Wasser zu zersetzen und Erschütterungen zu erregen, ist völlig gleich; aber bei guten Leitern ist die Wirkung der gröſsern Platten beträchtlich stärker, als bei den kleinern, denn sie entzünden und schmelzen groſse Massen Platindraht und erzeugen glänzende Funken, sie entzünden die zugespitzte Holzkohle u. s. w.

b. Taucht man die mit den Enden einer aus 12 Quadratzoll haltenden Plattenpaaren zusammengesetzten geladenen Batterie verbundenen Platindrähte in Wasser: so findet sich, daſs die Entbindung des Gases beinahe dieselbe ist, als wenn die Batterie aus einer gleichen Anzahl 2 Quadratzoll haltender Plattenpaare gebildet war. Bringt man die nassen Finger an die Drähte, so erfolgt nur eine eben solche Erschütterung, als wenn gar keine Verbindung mit dem Wasser Statt hat.

c. Verbindet man aber, während des Durchganges durch den menschlichen Körper und das Wasser, mit einem an eine dünne Scheibe von Holzkohle befestigten Draht, die Pole der Batterie mit einander: so wird die Kohle lebhaft glühen. Hier entladen also das Wasser und die animalische Substanz wahrscheinlich die Elektricität nur von einer

Oberfläche, die nicht gröfser als ihre eigene ist, welche die Metalle berührt. Die Drähte hingegen entbinden alle in den Platten zurückgebliebene Elektricität.

4. Erregung der Elektricität in den Wolken.

§. 308.

Die Erscheinungen des Donners und des Blitzes, der in einigen Wolken veranlasset wird, sind Folgen der Elektricität, welche durch einen zur Zeit noch nicht genau bekannten chemischen Prozefs in den Wolken erregt wird. Jene Wolken, welche Blitz und Donner herbeiführen, zeigen, von ihrer Entstehung an, stets Spuren von freier Elektricität, welche zuweilen augenblicklich zu einem aufserordentlichen Grade elektrischer Ladung anwächst, und zwar entweder zwischen verschiedenen Wolkenlagern, oder zwischen den Wolken und dem Erdboden, und sich dann durch einen zickzackförmigen Blitz entladet, welcher die Entstehung des Donnerschlags herbeiführt.

§. 309.

Besitzen die Wolken und die Erde nur schwache entgegengesetzte Elektricitäten, so setzen sich solche allmälig ins Gleichgewicht, ohne dafs eine heftige Entladung erfolgt. Daher siehet man die metallenen Spitzen der Mastbäume an Schiffen, so wie die Thurmspitzen im Dunkeln leuchten, eine Erscheinung, die das Elmsfeuer genannt wird. Dafs die Theilung der Elektricitäten in den Wolken auf einen chemischen Prozefs begründet seyn mufs, ist keinem Zweifel unterworfen; und eben so wenig,

daſs sie in einem einzigen Augenblick zur vollen Ladung anwachsen kann, weil eine und dieselbe Wolke schnell hinter einander Blitze auswirft, und auſserdem die Wolken, weil sie aus Wasserdünsten bestehen, also Leiter sind, eine langsam erzeugte Elektricität, auch ohne Funken, sehr bald ins Gleichgewicht setzen müssen. Von den Ursachen jener Theilung haben wir aber zur Zeit noch keine genaue Vorstellung.

Das Gewitter.

§. 310.

Wenn der Schlag einer sich entladenden elektrischen Wolke zwischen ihr und dem Erdboden erfolgt, so sagt man, daſs der Blitz oder der Donner einschlage. Ein solcher Schlag trifft denn am gewöhnlichsten einen hohen Gegenstand, einen Baum, einen Thurm, ein Haus u. s. w. Beobachtet man in einiger Entfernung den Blitzschlag genau, so siehet man am gewöhnlichsten, daſs der elektrische Funke in Gestalt eines Zickzacks aus dem Thurme oder dem Hause nach der Wolke emporfährt; zur andern Zeit siehet man dagegen aus beiden Funken hervorbrechen, die sich in den Wolken begegnen. Schlägt der Blitz in das Wasser, so liegt die Wolke gewöhnlich tief und senkt sich kurz vor dem Ausbruche des Funkens noch tiefer herab, daher der Blitz aus den Wolken zu kommen scheint. Aber das Wasser erhebt sich gegen die Wolken in Gestalt eines Kegels, daher die Stelle, wo der Blitz einschlägt, mit kleinen Wogen umkreiset wird. Der den Blitz begleitende Donner wird unstreitig bloſs durch

die Explosion veranlasset, die in der Luft hervorgebracht wird.

Blitzableiter.

§. 311.

Franklin, welcher zuerst die Uebereinstimmung der Gewittermaterie mit der Elektricität beobachtete, gründete darauf den grofsen Gedanken, die Elektricität durch leitende Materien aus den Wolken zu entladen und sie unschädlich zu machen; und hierdurch entstanden die Blitzableiter, die zum Schutz der Gebäude so wichtig geworden sind. Man unterscheidet spitzige und abgerundete Blitzableiter. Beide bestehen aus Metallstäben (gewöhnlich von geschmiedetem Eisen), die in einer zusammenhängenden Strecke über dem Gebäude hinweg, dann von dem obersten Theile desselben herab, bis einige Fufs tief in die Erde fortlaufen, am besten so weit, dafs das Ende in einen feuchten Grund zu stehen kommt. Die Metallstange raget einige Fufs hoch über den First des Gebäudes senkrecht empor. Bei den spitzen Ableitern endigt sie sich in eine Spitze, die entweder von Silber angefertigt oder vergoldet ist. Die kolbigen hingegen endigen sich in eine metallene vergoldete Kugel.

§. 312.

Da alle spitzige Gegenstände die Elektricität in gröfsern Entfernungen anziehen und die empfangene auch in gröfsern Entfernungen ausströmen als abgerundete, so gewähren die spitzigen Gewitterableiter den Vorzug, dafs solche einer über dem Gebäude hinwegziehenden Gewit-

terwolke von der Erde aus eine der ihrigen entgegengesetzte Elektricität zuströmen und ihrer Entladung vorbeugen. Da aber die spitzigen Ableiter die Elektricität in gröſsern Entfernungen einsaugen, als die abgerundeten, so können sie allerdings auch dazu dienen, eine Gewitterwolke herbei zu locken und solche über dem Gebäude zu erhalten.

§. 313.

Aus dem Grunde ist es nicht gut, ein sehr langes Gebäude (ein Magazingebäude, eine Kirche, eine Kaserne, ein Pulvermagazin etc.) mit zweien in spitze Stangen ausgehenden Gewitterableitern zu versehen, die in sehr groſser Entfernung von einander placirt sind, weil sonst die Wolke zwischen beiden angezogen und festgehalten werden kann, so daſs sie sich zuweilen zwischen beiden Ableitern in das Gebäude zu entladen vermag. Wenn Privatgebäude, die mit Schornsteinen verbunden sind, mit Gewitterableitern versehen werden, so muſs die Ableitungsstange allemal einige Fuſs höher seyn, als der Ausgang des Schornsteins, weil sonst die leitende, oben abgerundete Rauchsäule die Entladung der Wolke veranlasset. Eben so darf, wenn mehrere Häuser neben einander stehen, billig nicht jedes einzelne mit einer senkrecht ausgehenden Leitungsstange versehen seyn. In solchem Falle ist es besser, eine eiserne Stange über die Firste mehrerer Häuser gemeinschaftlich hinweg zu führen, von jedem einzelnen aber eine nach der Erde zu führende Stange, die mit der obern quer liegenden zusammenhängt, mit der Dachrinne zu verbinden und das Ende derselben, einige Fuſs tief, in die

Erde hinab zu senken; dagegen aber nur von hundert zu hundert Fuſs, oder auch noch weiter, eine spitz zugehende senkrechte Leitungsstange emporsteigen zu lassen.

§. 314.

Die abgerundeten, in eine Kugel sich endigenden Gewitterableiter sind dazu bestimmt, die elektrische Entladung der Wolken in ihrer ganzen Stärke zu empfangen. Sie müssen daher sehr dick von Metall seyn, wenn sie nicht zum Glühen und Schmelzen gebracht werden sollen, in welchem Falle dann ein Gebäude, wenn der glühend gewordene Leiter mit entzündlichen Materien in Berührung steht, durch denselben selbst in Flammen gesetzt werden kann.

5. Erregung der Elektricität durch organisch-chemische Thätigkeit.

§. 315.

Die Erfahrung lehrt, daſs Furcht, Zorn, Schreck, auch wohl groſse Freude, momentan einen Zustand der Elektricität in dem Menschen erregen können, auch daſs lebende Thiere, z. B. Katzen, wenn sie im Dunkeln gestrichen werden, Phänomene von freier Elektricität wahrnehmen lassen. Diese äuſsert sich aber stets nur schwach, bald als $+E$, bald als $-E$. Anders verhält es sich dagegen mit verschiedenen Fischen, welche die besondere Eigenschaft besitzen, sich durch starke elektrische Schläge zu vertheidigen, durch die sie alle sich ihnen nähernde Thiere bald zu lähmen, bald zu tödten vermögend sind.

§. 316.

Jene Eigenschaft bemerkt man ganz vorzüglich 1) an dem Zitteraal (*Gymnotus electricus*); 2) dem Zitterrochen (*Raja Torpedo*); 3) dem Zitterwels (*Silurus electricus*). Die elektrische Wirkung jener Fische wird durch eigene Organe derselben veranlasset, die mehr an der Oberfläche des Körpers liegen und bei jeder Art gedachter Fische anders gestaltet sind. Alle besitzen sehr starke Nerven, und wenn das Organ hinweggenommen oder ein zu selbigem führender Nervenstrang abgeschnitten wird, so verliert der Fisch seine ganze elektrische Kraft, ohne sogleich zu sterben.

§. 317.

Jene Organe sind sehr reich an Blutgefäſsen und besitzen eine zellige Struktur. Man hat sie mit der Volta'schen elektrischen Säule verglichen, obschon, wie es scheint, die Vertheilung der Elektricitäten hier einen ganz andern Grund hat. Jene Fische sind an sich selbst nicht elektrisch, auch zeigen sie keine Spur von Elektricität am Elektrometer. Sie geben zu einer Zeit gar keine Schläge von sich, zu einer andern aber sehr heftige Erschütterungen, die sie in der Zeit von 2 bis 3 Sekunden wiederholen; sie geben den Schlag in- und auſserhalb des Wassers, jedoch nur dann, wenn sie unmittelbar berührt werden, indem das mindeste Zwischendaseyn von Luft oder Wasser die Erschütterung verhindert. Ihr elektrisches Laden und Entladen beruhet ganz auf ihrer Willkühr.

§. 318.

Soll die elektrische Erschütterung wahrge-

nommen werden, so muſs der Fisch von zwei Punkten berührt werden, die aber keine bestimmte Stelle einnehmen, sondern vielmehr einander so nahe liegen können, daſs man sie beide mit einem Mal berühren kann, wenn der Finger auf den Fisch gedrückt wird. Berührt man hingegen den Fisch mit einem isolirten Metallstabe, so entladet er sich durch das Metall und man empfängt nun keinen Schlag. Aus dem Grunde kann man mit einem solchen Fische ohne Gefahr operiren, wenn man ihn entweder auf eine metallene Schüssel legt, oder zwei Seiten desselben durch Metall in Verbindung bringt, weil dann alle Schläge durch das Metall ausgeladen werden. Zuweilen will man bei dergleichen Schlägen auch elektrische Funken wahrgenommen haben. Die elektrische Kraft jener Fische nimmt in dem Maſse ab, als ihre Lebenskraft sich vermindert.

Vierte Abtheilung.

Von dem Magnetismus.

§. 319.

Was man gemeiniglich Magnet *(Magnes)* nennt, ist eine besondere Art von Eisenstein, welcher die Eigenschaft besitzt, metallisches Eisen anzuziehen und festzuhalten. Jene Ziehkraft für das Eisen äuſsert sich indessen nur in kleinen Distanzen und wird durch andere dazwischen gebrachte Körper unterbrochen, wenn sie dicker sind, als der Abstand der magnetischen Wirksamkeit. Auſser dem Eisen selbst und vielen andern eisenhaltigen Körpern, sind auch

das Nickelmetall, das Kobaltmetall, das Manganmetall und das Chrommetall dem Magnet folgsam, wenn sie völlig rein und frei von eingemengten Arsenik sind. Um die magnetische Kraft irgend eines Körpers zu erfahren, darf man ihn nur auf Quecksilber legen, oder auf ein Stück auf dem Wasser schwimmendes Korkholz, und ihm dann einen Magnet nahe genug bringen, da er denn angezogen wird.

Magnetische Pole.

§. 320.

In jedem Magnet finden sich zwei Punkte, in welchen er seine magnetische Kraft (*Magnetismus*) am stärksten äußert; sie werden Pole des Magnets genannt. Hängt man einen Magnet so auf, daß er sich frei bewegen kann, so richtet sich das eine Ende desselben nach Norden, das andere nach Süden. Jener Punkt bildet daher den Nordpol, der letztere den Südpol desselben. Zuweilen findet man aber auch natürliche Magnete, die drei und vier Pole besizzen; welches seinen Grund theils in der Form des Steins, theils in der Zusammenstellung seiner kleinern Theile hat. Wird ein Magnet erwärmt, so vermindert sich seine magnetische Kraft, wird aber nach dem Erkalten wieder hergestellt. Wird er geglühet, so gehet sie ganz verloren. Wird der Magnetstein gepulvert, so wird die Kraft geschwächt. Wird er oxydirt, oder in einer Säure aufgelöst, so wird sie gleichfalls ganz zerstört.

Armatur des Magnets.

§. 321.

Werden die beiden Pole eines natürlichen Magnets mit zwei eisernen Platten belegt, die nach unten zu eine vierseitig-säulenförmige, oder eine cylindrische Gestalt besitzen, ſo daſs sie etwa einen halben Zoll unter dem Magnete hervorragen, so äuſsert sich die magnetische Kraft durch diese zwei Stücken Eisen weit stärker, als an den unbelegten Polen. Man nennt solches einen Magnet armiren oder bewaffnen und diese Verbindung wird die Armatur desselben genannt. Verbindet man die beiden eisernen Stäbe durch einen beide berührenden Querstab von Eisen, so wird solcher sogleich angezogen und festgehalten; er wird der Anker des Magnets genannt.

§. 322.

Hängt man zwei einzelne Magnete dergestalt neben einander auf, daſs ihre Pole einerlei Richtung haben, und nähert nun dann ihre gleichnamigen Pole einander, so stoſsen sich solche gegenseitig ab. Nähert man hingegen die entgegengesetzten Pole einander, so werden sie angezogen; daher der Grundsatz: gleichnamige Pole des Magnets stoſsen einander ab, ungleichnamige ziehen einander an. Man pflegt sie auch wohl in freundschaftliche und feindschaftliche Pole zu unterscheiden.

§. 323.

Um die magnetische Wirkung zu erklären, nimmt man an, in jedem Körper liege ein für unsere Sinne nicht wahrnehmbares Wesen vorhan-

den, das aus zwei verschiedenen, einander entgegengesetzten Potenzen besteht, die man durch Nord *M* und durch Süd *M* bezeichnet, und welche nur erst unter der Bedingung wahrnehmbar werden können, wenn eine Trennung derselben, oder eine Zertheilung des magnetischen Stoffes, vor sich gehet. Aehnlich wie bei der Elektricität, hat man den nördlichen Magnetismus durch + *M* und den südlichen durch — *M* bezeichnet.

§. 324.

Um nun hiernach die magnetischen Erfolge zu erklären, nimmt man an, daſs, wenn ein Stück Eisen z. B. nach dem + *M* haltigen Pol zugeführt wird, sich der magnetische Stoff in — *M*, welcher sich in dem den Magnet berührenden Ende des Stabes ansammelt, und in + *M*, welcher sich im entgegengesetzten Ende ansammelt, trenne.

Beispiele.

a. Man hänge zwei Stäbchen Eisendraht, an Fäden frei schwebend, neben einander auf (*Tab. II. Fig.* 1.) und nähere ihnen nun, bis auf eine kleine Entfernung, einen etwas kräftigen Magnet; sie werden sich von einander entfernen, indem ihr magnetischer Stoff durch die Einwirkung des Magnets getheilt wird und die nun gleichartigen *M* in den nach einerlei Richtung gewendeten Enden der Drähte, einander abstoſsen, so lange nämlich der Abstand des Magnets so groſs ist, daſs die Anziehungskraft die Abstoſsungskraft der einander am nächsten liegenden Drahtenden noch überwiegt.

b. Man bringe den Magnet noch näher (*Tab. II. Fig.* 2), so werden die — Enden der Drähte von dem + Pol angezogen, weil die Abstoſsungskraft der

— Enden durch den + Pol des Magnets überwunden wird, die + Enden der Drähte hingegen solche beibehalten.

c. Es sey *a b* (*Tab. II. Fig.* 3) ein Stäbchen Eisendraht, das an einem zarten seidenen Faden hängt, *c d* hingegen ein Stäbchen Eisen, welches auf einer Unterlage ruhet, so daſs noch ein Abstand zwischen *d* und *b* bleibt. Man nähere nun dieser Vorrichtung einen Magnet bis auf einigen Abstand von derselben, wie durch *e* bezeichnet ist, so werden *d* und *b* getrennt, weil der Pol des Magnets einerlei *M* aus ihnen anziehet und diese einander abstoſsen.

d. Nähert man hingegen den Magnet von der Seite (*Tab. II. Fig.* 4), so ziehen das Stäbchen Eisen und der Draht einander an, weil nun der magnetische Stoff in *a b* getrennt und einerlei *M* in *b* angesammelt ist, der magnetische Stoff in *c d* hingegen dergestalt geschieden wird, daſs sich in *d* ein anderes *M* als in *b* anhäufen muſs, und daher werden nun *b* und *d* einander anziehen.

§. 325.

Jene Theilung des Magnetismus gehet so weit, daſs, wenn *a b* (*Tab. II. Fig.* 5.) den + Pol eines Magnets vorstellt und *b c* ein Stück Eisen, welches der Magnet für sich nicht tragen kann, dasselbe alsdann von ihm getragen wird, wenn man ein anderes Stück Eisen *d e* unter *b c* bringt. Hier zertheilt das in *c* angehäufte + *M* den magnetischen Stoff in *d e*, wodurch (eben so wie bei den zusammengestellten Plattenpaaren in der Volta'schen Säule die Elektricität stärker zertheilt wird) mehr + *M* und mehr — *M* in *b c* ausgeschieden, und daher dem + Pole des Magnets in dem Ende *d* des Eisens *b c*, mehr — *M* wirkend entgegengestellt wird.

Nimmt man *d e* hinweg, so hört die starke Zertheilung in *b c* wieder auf und das Eisen fällt vom Magnete ab. Hierauf gründet sich die Erscheinung, dafs ein Magnet von einem Ambos ein gröfsres Stück Eisen aufhebt, als von einem Tische.

§. 326.

In einem Magnete mufs sich dem gemäfs der magnetische Stoff in einem steten Zustande der Vertheilung befinden, dergestalt, dafs sich fortwährend in dem einen Pol + *M* und in dem andern — *M* ansammelt. Wird aber ein Stück Eisen von einem Magnete berührt, so mufs auch dieses in einen Magnet umgewandelt werden, so lange selbiges sich in der Nähe des ersten Magnets befindet und daher in + *M* und — *M* von einander getrennt bleibt. Wird es dagegen wieder von dem Magnete entfernt, dann wird sein + *M* und — *M* wieder vereiniget, und es entsteht o *M*, d. i. es verliert allen Magnetismus. Bringt man selbiges hingegen in eine solche Lage, dafs das + *M* und das — *M* in selbiger abgesondert bleiben, so ist es selbst in einen Magnet umgewandelt worden.

§. 327.

Reines Eisen kann der empfangene Magnetismus nicht im vertheilten Zustande erhalten; dieses ist aber der Fall beim Stahl, der die magnetische Kraft leicht annimmt und an sich hält, wenn er mit einem Magnete gerieben wird; welches das Magnetisiren desselben genannt wird. Man bedient sich dazu entweder des einfachen Strichs, oder des Doppelstrichs, oder des Zirkelstrichs.

Beispiele.

a. Um Stahl durch den einfachen Strich zu magnetisiren, setzt man auf die Mitte einer Stange desselben den + Pol eines Magnets und streicht damit bis eine Strecke über das eine Ende desselben hinaus. Man setzt dann den + Pol des Magnets wieder auf den Mittelpunkt der Stange und wiederholt den Strich in derselben Art bis 50 mal; worauf der entgegengesetzte Theil der Stange ganz auf gleiche Weise, von ihrem Mittelpunkte aus, mit dem — Pol des Magnets gestrichen wird. Nach Beendigung der Operation zeigt das Ende der Stange, welche mit dem + Pol gestrichen worden ist, nun — *M* und das, welches mit dem — Pol gestrichen worden ist, zeigt + *M*.

b. Soll eine Stange Stahl durch den Doppelstrich magnetisirt werden, so setzt man den Magnet, in der Mitte derselben, mit beiden Polen auf und streicht mit selbigem langsam vor- und rückwärts, von einem Ende zum andern, und zwar mit der Vorsicht, daſs, wenn man mit dem Streichen einhalten will, man den Magnet allemal in der Mitte abzieht. Die Stange zeigt nun an dem Ende, wo der + Pol voraus war, — *M*, und an dem entgegengesetzten, wo der — Pol voraus war, + *M*. Werden die Pole des Magnets aber umgewechselt und das Streichen der magnetisch gewordenen Stange aufs neue begonnen, so wird ihr Magnetismus erst allmälig vermindert, dann verschwindet er ganz, endlich werden ihre Pole ganz umgekehrt.

c. Um durch den Zirkel- oder Kreisstrich zu magnetisiren, legt man vier Stäbe Stahl in ein Viereck (*Tab. II. Fig.* 6.) zusammen, setzt dann den Magnet mit beiden Polen auf die eine Stange auf und streicht, nach der vorher beschriebenen Art, von einer Stange zur andern fort, und so mehrere Male ringsherum.

d. Hat

d. Hat man auf solche Weise mehrere Stäbe Stahl magnetisch gemacht, so bezeichnet man die nördlichen Pole derselben mit einer Feile und legt nun die künstlichen Magnete dergestalt zusammen, dafs immer zwei ungleiche Pole neben einander liegen und verbindet selbige mit zwei dazwischen gelegten kürzeren Stückchen Eisen, wodurch die Kraft zusammengehalten wird.

§. 327.

Reines Eisen, auf solche Weise behandelt, nimmt nur schwer den Magnetismus an. Dasselbe mufs allemal eine geringe Beimischung von einem fremdartigen Stoffe enthalten, wie Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor, Sauerstoff (wie im Magnetstein) u. s. w. Eben so können, auf gleiche Weise behandelt, auch reines Nickel und Kobalt magnetisch gemacht werden. Der Magnet, mit welchem solches verrichtet wird, verliert dabei nichts von seinem eignen Magnetismus, sondern er zertheilt blofs den magnetischen Stoff, der in jenen Metallen ursprünglich enthalten ist, in seine Bestandtheile, d. i. in $+ M$ und in $- M$, eben so wie die Vertheilung der Elektricität beim Elektrophor mit dem Elektrometer wahrgenommen wird.

Magnetischer Aequator. Culminationspunkt.

§. 328.

Während in einem jeden Magnet in seinen entgegengesetzten Endpunkten, in dem einen $+ M$ und in dem andern $- M$ sich angehäuft befindet, so findet sich im Mittelpunkte desselben, wo beide sich berühren, ein Gleichgewicht zwischen ihnen, und dieser Punkt wird der mag-

netische Aequator oder der Culminationspunkt genannt. Selbst unsere Erdkugel mufs als ein Magnet angesehen werden, dessen — *M* sich auf einer Stelle in der Nähe des Nordpols anhäuft, während dafs + *M* nach dem Südpol hin sich angehäuft befindet, daher der Magnet sich nach Norden und nach Süden wendet. Der Magnetismus der Erde ist aber so schwach, dafs seine Einwirkung nur allein auf den Magnet selbst wahrgenommen werden kann.

§. 329.

Wenn man einen kraftvollen Magnet unter ein Stück Pappe oder einen zinnernen Teller bringt, auf welchen man etwas grobe Eisenspäne gebracht hat, und klopft nun allmälig daran, so nehmen die Späne eine durch den Magnet bestimmte Stellung an: sie legen sich (*Tab. II. Fig.* 7.) nach den Polen zu gerade auf und nieder, richten sich in ihrer Nähe schief empor und in der Mitte der Stange laufen sie mit ihr parallel. Dasselbe ist auch der Fall, wenn man (*Tab. II. Fig.* 8.) über eine magnetische Stange von Stahl kleine Enden von magnetischem Stahldraht aufhängt: sie kehren sich, der Länge nach, nach der Stange, laufen in der Mitte derselben mit ihr parallel, nehmen aber, nach den Enden zu, nun mehr eine schiefe Lage an, wobei sich ihr + Pol nach dem — Pol der Stange, und ihr — Pol nach dem + Pole derselben herabneigt.

§. 330.

Eine dieser völlig analogen Erscheinung, mufs auch bei Erdmagnetismus Statt finden, denn, wenn man einen langen Stahlstift so aufhängt,

dafs sich beide Enden desselben das Gleichgewicht halten und man magnetisirt ihn hierauf, so nimmt der Nordpol desselben eine geneigte Stellung an, er neigt sich unter einem Winkel von 72° bis 75° gegen den Horizont. Bringt man den magnetischen Stift weiter nach Süden, so verändert sich seine Neigung, und mitten auf der Erde wird sie wieder horizontal, wie sie es vor dem Magnetisiren war. Führt man den Stift noch weiter nach dem Südpol zu, dann fängt sein — Pol an, sich mehr und mehr zu neigen, und er würde sich wahrscheinlich senkrecht aufrichten, wenn man ihn bis an die beiden Erdpole selbst bringen könnte, und zwar am Südpol mit seinem nördlichen und am Nordpol mit seinem südlichen Pole. Die magnetischen Erdpole treffen aber mit den Polen der Axe nicht genau zusammen, sondern fallen etwas seitwärts; der nördliche oder — *M* Pol liegt nämlich nordwärts von dem östlichen Vorgebirge von Amerika, der südliche oder + *M* Pol dagegen, liegt in den ewigen Eisfeldern der Südsee. Aus dem Grunde kann auch der Erdäquator, d. i. diejenige Ebene, welche die Erde zwischen beiden Polen in zwei gleiche Hälften theilt, mit dem magnetischen Aequator, d. i. mit derjenigen Ebene, in der die Magnetnadel völlig wagerecht hängt, nicht einerlei seyn.

Beispiel.

Es stelle (*Tab. II. Fig.* 9.) *A B C D* die Erde und *A* und *B* ihre Pole vor, so mufs *C D* ihr Aequator seyn. Wenn nun *a* und *b* die magnetischen Pole sind, so mufs *c d* der magnetische

Aequator seyn, der also den Erdäquator nur in zwei Punkten berührt und auf der einen Seite der Erdkugel (im Südmeer) mehr nördlich, auf der andern Seite aber, (im Atlandischen Meer) mehr südlich als der Erdäquator fällt.

Der Compaſs.

§. 331.

Um die Neigung des Magnets gegen den Horizont zu messen, bedient man sich des Neigungs- oder Inclinations-Compaſs. Soll dieses Instrument richtig gehen, so muſs solches in der Richtung der Magnetnadel aufgehängt werden. Wird es so aufgehängt, daſs seine Richtung mit der des Magnets einen rechten Winkel macht, dann nimmt es eine wagerechte Stellung an. Der Compaſs besteht aus einer magnetisirten Nadel von Stahl, die in der Mitte mit einer kleinen Hülse von Messing verbunden ist, auf der sie ruhet. Sie kehrt sich stets nach Norden und Süden. Hierdurch dient sie dazu, den Seefahrern und andern die zu Lande reisen, auch im Dunkeln die Himmelsgegenden nachzuweisen. Weil aber die magnetischen Erdpole nicht genau in Norden und Süden fallen, die Magnetnadel hingegen nur allein nach diesen magnetischen Polen hinzeigt: so kann ihre Richtung auch niemals genau nach Norden hinweisen. Dieses Phänomen wird die Abweichung oder Declination genannt. Wäre die Abweichung sich immer gleich, so würde sich solche auf jeder beliebigen Stelle der Erdebenfläche leicht bestimmen lassen. Sie ist aber steten Veränderungen

unterworfen, so daſs sie bald mehr westlich, bald mehr östlich abweichen. Ja man findet auſserdem noch, daſs sie Morgens und Abends um neun Uhr am wenigsten, und Nachmittags zwischen drei und fünf Uhr, hingegen am stärksten nach Westen zeigt. Ihre westliche Abweichung ist im Sommer geringer als im Winter. Man sucht die Ursache jener Veränderung darin, daſs, wenn die Sonne für den Meridian des magnetischen Pols aufgeht, die magnetische Kraft des letztern durch die Tageswärme vermindert wird, und sich mehr nach dem kältern westlichen Theile des Erdbodens hinneiget, bis sie nach Mittag, durch die allmälige Abkühlung, nach und nach an Stärke wieder zunimmt, welche sie dann auch die ganze Nacht hindurch unverändert beibehält.

Aehnlichkeit des Magnetismus mit der Elektricität.

§. 332.

Seit mehreren Jahren schon hatte man zwischen dem Magnetismus und der Elektricität eine groſse Uebereinstimmung geahnet, ohne einen bestimmten Beweis für die Wahrheit jener Vermuthung auffinden zu können, bis es Oerstedt gelang, die Richtigkeit jener Voraussetzung, auf einem direkten Wege, auſser Zweifel zu setzen, indem er auf den Gedanken kam, eine Magnetnadel zwischen die geschlossene Volta'sche Säule zu bringen, da ihm dann die Abweichung ihrer Polarität sogleich bemerkbar ward.

Beispiele.

a. Auf eine Platte von Kupfer lege man eine ähnliche von Pappe, die mit verdünnter Schwefelsäure getränkt ist, und auf diese eine Platte von Zink. Man verbinde beide Metallplatten mit einem biegsamen Drahte von Kupfer dergestalt mit einander, daſs eine geschlossene Volta'sche Säule daraus gebildet wird.

b. Man setze nun, bevor die Säule geschlossen wird, einen Compaſs oder auch eine frei schwebende empfindliche Magnetnadel auf die Zinkplatte dergestalt, daſs ihre Pole in der gewöhnlichen Richtung stehen und man wird keine Veränderung an derselben wahrnehmen. Wird aber der Comunicationsdraht mit seinem einen Ende mit der Kupferplatte, mit dem entgegengesetzten hingegen mit der Zinkplatte in Berührung gebracht: dann entfernt sich der nördliche Pol der Magnetnadel sogleich nach Westen und der südliche nach Osten, und beharret in diesem Zustande so lange, als die Säule geschlossen bleibt; gehet aber in die gewöhnliche Richtung zurück, wenn die Schlieſsung aufgehoben wird.

c. Man mache die Vorrichtung ganz so wie vorher angegeben, verändere aber die Schlieſsung der Säule dergestalt, daſs sie umgekehrt wird, d. i. daſs man die Nadel über dem Communicationsdrahte in Verbindung setzt, und es findet ein umgekehrter Erfolg Statt, d. i. der nördliche Pol nimmt eine östliche und der südliche eine westliche Richtung an.

(Oerstedt's, Elektro-magnetische Versuche. In Schweiggers neuem Journal für Chemie und Physik. 29. Band, 3. Heft 1820, Seite 364. *Oerstedt Expériences sur l'effet du conflict électrique sur l'aiguille aimantée.* In den *Annales de Chimie et de Physique* 1820. *Tom XIV,*

pag. 417. Gilberts Annalen der Physik etc. Jahrgang 1820. 6. Band, 3. Stück, Seite 291 etc.)

§. 333.

Jene Wirkung vermehrt sich, nach Maſsgabe des Flächenraumes der Platten, so wie der Stärke der Säure, die zur Benetzung der Pappe gebraucht wird, dergestalt, daſs auch dann schon eine Declination der Magnetnadel bemerkt wird, wenn man den Communicationsdraht der entgegengesetzten Platte nur nähert, ohne ihn damit unmittelbar in Berührung zu bringen: aus welchem Erfolge also die Wechselwirkung des Magnetismus und der Elektricität, auf eine sehr überzeugende Weise, auſser Zweifel gesetzt wird. Jene Arten sind späterhin durch Ermann, Seebeck, Arago, Yelin, Schweigger und mehrere andere Physiker weiter verfolgt worden und haben die wichtigsten Entdeckungen dargeboten, indem sie beweisen, daſs auch durch die gewöhnliche Elektricität dem Stahl magnetische Polarität mitgetheilt werden kann.

§. 334.

Zu den wichtigern Erfahrungen, welche bis jetzt über diesen Gegenstand bekannt worden sind, müssen ohne Zweifel die folgenden gerechnet werden.

a) Läſst man den elektrischen Strom einer Volta'schen Säule, während des Prozesses der Wasserzersetzung, auf die Magnetnadel wirken, so findet gar keine Wirkung Statt.

b) Berührt man zwei homogene Leitungsdrähte mit einem Wassertropfen, so hört die Wirkung auf der Stelle auf und nur bei

ihrer unmittelbaren Berührung regt sie sich noch schwach.

c) Eben so sind Kohle, Graphit, die Flamme einer Wachskerze, der davon aufsteigende Rauch, die Flamme des brennenden Alkohols und die Seife hinreichend, alle Wirkung auf der Stelle zu vernichten.

d) Hüllet man einen Stahldraht in einer gläsernen Röhre ein, umwickelt dann selbige von außen spiralförmig mit einem metallenen Faden und läßt durch denselben hindurch elektrische Funken schlagen, so erhält der in der Röhre eingeschlossene Draht an dem einen Ende eine nördliche, am andern eine südliche Polarität.

e) Derselbe Erfolg findet Statt, wenn der in der gläsernen Röhre eingeschlossene Stahldraht mit einem gerade gespannten Metallfaden belegt wird; nur ist dann die Wirkung schwächer.

f) Statt in einer Glasröhre eingeschlossen zu seyn, kann auch der Stahldraht bloß mit Papier, mit Wachs, mit Taffet, mit Leinwand, mit Holz, mit Elfenbein, ja selbst mit Wasser umhüllet seyn, und der Erfolg findet dennoch Statt.

g) Selbst bloße Schraubenwindungen leisten die Stelle einer andern Umgebung, wenn der Stahldraht in den Raum, den sie bilden, eingesteckt wird; wenn man nur dafür sorgt, daß die Windungen selbst nirgends berührt werden, welches dadurch bewirkt wird, daß man etwas Wachs dazwischen bringt. Je kleiner der Durchmesser jener Windungen

ist, desto stärker wird die magnetische Kraft des Stahldrahts.

h) Die Stärke der Wirkung stehet mit der Zahl der gegebenen Funken in keinem Verhältniſs. Ein einziger Schlag aus einer mittelmäſsig groſsen Leidener Flasche, so wie ein einziger Funke aus einem etwas groſsen Conductor, reichen dazu vollkommen hin.

i) Eine auf solche Weise magnetisch gemachte Nadel verliert aber ihren ganzen Magnetismus wieder, durch einen einzigen Funken, wenn der elektrische Strom in der entgegengesetzten Richtung darüber hingeleitet wird; und es wird dann ein dritter Funke nöthig, um diesem Ende den entgegengesetzten Pol zu ertheilen.

(Jul. v. Yelin, über Magnetismus und Elektricität, als identische und Urkraft. München 1818. Schweiggers Jahrbuch der Chemie etc. 1. Band. 1821. Desselben 2. Band. 1821. Gilbert's Annalen der Physik und physikalischen Chemie. 7. Band. 1821. etc. In welchen Werken das Wesentlichste und Neueste über diesen Gegenstand befindlich ist.)

Vierter Abschnitt.

Von den säurezeugenden Elementen.

§. 335.

Säurezeugende Elemente werden diejenigen uns zur Zeit bekannt gewordenen einfachen elementarischen Materien genannt, welche von den früher erörterten strahlenden Elementen sich durch ihre Ponderabilität auszeichnen, und, ohne

selbst sauer zu seyn, die Eigenschaft besitzen, in der Verbindung mit einigen andern an sich nicht sauern Elementen, jedoch nur unten bestimmten quantitativen Verhältnissen, solche in Säuren umzuwandeln. Von diesen säurezeugenden Elementen sind uns zur Zeit nur zwei Arten, nämlich der Sauerstoff und der Wasserstoff, bekannt geworden.

Erste Abtheilung.

Von dem Sauerstoffe.

§. 336.

Der Name Sauerstoff oder säurezeugender Stoff (*Oxygenium. Principium Oxygenii*), aus den griechischen Wörtern ὀξύς (sauer) und κείνομαι (ich zeuge), gebildet, ist durch Lavoisier zuerst eingeführt worden, um ein für sich nicht darstellbares eigenthümliches chemisches Element damit zu bezeichnen, welches die Eigenschaft besitzt, in der chemischen Mischung mit einer gewissen Anzahl anderer Elemente, solche in Säuren umzuwandeln. Jener Sauerstoff hat bis jetzt noch nicht isolirt dargestellt werden können, sondern immer nur in Verbindung mit Wärmestoff, als Gas, oder in Verbindung mit andern ponderabeln Elementen und den daraus hervorgehenden Produkten: dem Wasser, vielen Säuren und allen Oxyden.

(*Lavoisier Traité élémentaire de Chimie etc.* Tom. *I.* pag. 59. Lavoisier System der artiphlog. Chemie. Ubers. v. Hermbstädt. 1 Theil S. 75 etc.)

Sauerstoffgas.

§. 337.

Wenn der Sauerstoff mit dem Wärme-

stoff in chemische Mischung tritt, so wird er dadurch zur Gasform ausgedehnt, und das daraus hervorgehende Produkt wird Sauerstoffgas (*Gas Oxygenii*), auch Oxygengas genannt. In diesem gasförmigen Zustande findet sich der Sauerstoff als ein stetiger Gemengtheil in der atmosphärischen Luft, welcher daraus beim wahren Verbrennen aller verbrennlichen Körper abgeschieden und mit dem verbrennlichen Substrate in Mischung gesetzt wird. Das Produkt einer solchen Verbindung zeigt denn bald den Karakter eines Oxyds, bald den einer Säure.

§. 338.

Jene Erzeugung der Oxyde und der Säuren erfolgt auch dann, wenn mit dem Sauerstoffe mischbare Substanzen in der atmosphärischen Luft verbrannt werden, je nachdem das verbrennliche Substrat zur Erzeugung des einen oder des andern geeignet ist, oder, je nachdem solches mehr oder weniger von dem Sauerstoffe in sich aufnimmt.

Beispiele.

a. Auf einer genau abgewogenen porzellanenen flachen Schale bringe man eine gleichfalls genau abgewogene Masse Eisen, Kupfer oder Zinn, im verkleinerten Zustande, unter die Muffel eines Probierofens und unterhalte sie einige Stunden lang im Glühen. Jene Metalle werden in den Zustand der Oxyde übergehen und diese werden mehr wiegen, als die Metalle vorher.

b. Auf einer Schale von Glas, Porzellan oder Platin verbrenne man, unter einer gläsernen, mit trockner atmosphärischer Luft gefülleten und mit Quecksilber gesperreten Glocke, etwas Phosphor: es werden Flocken wie Schnee sich erzeugen,

die herabfallen, das Quecksilber wird sich in der Glocke erheben und, nachdem alles erkaltet ist, wird die Luft unter der Glocke um den fünften Theil ihres Umfangs vermindert seyn. Der Phosphor wird verschwunden seyn und an dessen Stelle wird sich eine trockne scharfschmeckende Säure vorfinden.

§. 339.

Es ist begreiflich, daſs in den vorher erörterten Prozessen das Metall zu seiner Oxydation, so wie der Phosphor zu seiner Umwandlung in Säure, den zu beiden Erfolgen nothwendigen Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft entnehmen muſste, welcher einen Gemengtheil derselben ausmachte. Da ferner das Sauerstoffgas nur den fünften Theil ihres Volums betrug, so ist es eben so begreiflich, daſs sie aus $\frac{1}{5}$ Sauerstoffgas und $\frac{4}{5}$ einer andern Gasart gemengt seyn muſste, von welcher späterhin geredet werden wird.

§. 340.

Die Metalloxyde sind dem gemäſs Produkte der Mischung aus Metallen und Sauerstoff. Die Oxyde derjenigen Metalle, welche Tritoxyde oder Hyperoxyde zu bilden vermögend sind, wie das Mangan, das Eisen, das Blei u. s. w. lassen, wenn sie, in Gefäſsen eingeschlossen, bis zum Rothglühen gebracht werden, einen Theil ihres Sauerstoffes in Gasform von sich und gehen in den Zustand der Deut- oder Protoxyde (Oxydülen) zurück. Die aus den edlen Metallen gebildeten Oxyde hingegen (wie die aus Gold, Platin, Silber u. s. w.) geben im Glühen allen Sauerstoff als Sauerstoffgas von sich und werden reducirt;

beide dienen also dazu, um Sauerstoffgas in grössern Massen daraus zu entwickeln.

Beispiele.

a. Eine beliebige abgewogene Portion graues Manganoxyd (Braunstein) im zartgepülverten Zustande, unterwerfe man in einer Retorte von Eisen oder von Steingut, deren Hals mit einem Gasentbindungsrohre verbunden ist, der Einwirkung des freien Feuers, während man die Oeffnung des Entbindungsrohrs unter den Trichter der pneumatischen Wanne placirt, und ein mit Wasser gefülletes gläsernes Gefäfs darüber stellt; anfangs wird sich die atmosphärische Luft aus den leeren Räumen der Gefäfse entwickeln, bald nachher aber das Sauerstoffgas nachfolgen, welches im Wasser emporsteigt und solches aus der Stelle verdrängt. Wenn kein Sauerstoffgas sich mehr entwickelt und die Retorte erkaltet ist, wird das darin rückständige Oxyd so viel weniger wiegen, als das Gewicht des entwickelten Sauerstoffgases beträgt.

b. Zweihundert Gran reines rothes Quecksilberoxyd bringe man in eine gläserne Retorte mit kleiner Kugel und etwas langem Halse (*Tab. II. Fig.* 10). Man placire die Kugel der Retorte über einen Ofen, die Halsöffnung derselben aber unter den Trichter der pneumatischen Wanne, und unter die Trichteröffnung eine Schale von Porzellan, über die Trichteröffnung hingegen einen mit destillirtem Wasser gefülleten Cylinder, oder ein anderes Geräthe von Glas.

c. Wenn alles so weit vorgerichtet ist, zünde man Kohlen in dem Ofen an. Anfangs wird sich die im leeren Raume der Retorte enthaltene Luft, welche durch die Hitze ausgedehnt wird, entwickeln, die besonders aufgefangen werden kann. Wenn aber die Retorte nebst ihrem Inhalte zum Rothglühen ge-

kommen ist, so wird sich Sauerstoffgas in schnell hinter einander folgenden Blasen entwickeln, die im Wasser emporsteigen und seinen Raum einnehmen. In der untergesetzten Schale wird sich dagegen regulinisches Quecksilber ansammeln. Wenn sich keine Gasblasen mehr entwickeln, verschliefse man die Oeffnung des Retortenhalses mit einem Korkstöpsel unter dem Wasser, nehme die Retorte aus dem Feuer und lasse sie erkalten. Man öffne sie nun wieder unter dem Wasser, welches mit Schnelligkeit hineintreten und sie bis auf einen kleinen Raum ausfüllen wird, der in einem Rückhalte von Sauerstoffgas bestehet.

d. Das auf solche Weise gewonnene Sauerstoffgas wird 32 Preufsische Duodezimal-Kubikzoll betragen, und das gesammelte regulinische Quecksilber wird 184 Gran wiegen. Da nun der Preufsische Duodezimal-Kubikzoll Sauerstoffgas circa 0,5 Gran wiegt, so müssen die angewendeten 200 Gran rothes Quecksilberoxyd aus 184 Gran Quecksilber und 16 Gran Sauerstoff zusammengesetzt gewesen seyn.

§. 341.

Aufser dem grauen Manganoxyd, welches ein sehr reines Sauerstoffgas liefert, wenn man nur die erste sich entwickelnde Portion, die immer unrein ist, in die Atmosphäre entweichen läfst, kann man sich auch des Chlorkali's (oxydirtsalzsaures Kali), so wie des Salpeters zu gleichem Behuf bedienen. Das erstere liefert ein sehr reines Sauerstoffgas, das aus dem Salpeter gezogen ist, aber immer mehr oder weniger mit Stickstoffgas gemengt. Ferner liefern die weifse concentrirte Salpetersäure, so wie die mit dem Wasser bedeckten Blätter saftreicher Pflanzen, wenn sie

der Einwirkung des Sonnenlichts ausgesetzt werden, Sauerstoffgas. Beim Auffangen desselben muſs man Sorge tragen, daſs immer ein Zoll hoch Wasser im Halse der Flaschen bleibt. Man muſs diese unter Wasser verschlieſsen und sie mit der Oeffnung nach unten zu an einem kühlen dunkeln Orte aufbewahren.

Beispiele.

a. Um Sauerstoffgas aus dem Chlorkali zu entwickeln, verrichtet man die Destillation desselben aus einer gläsernen Retorte, mittelst der Flamme einer Lampe, wobei man Sorge tragen muſs, die atmosphärische Luft der Gefäſse vorher entweichen zu lassen. Man gewinnt aus jenem Salze 39 bis 40 Procent seines Gewichts an sehr reinem Sauerstoffgas.

b. Um aus reiner, farbenloser, concentrirter Salpetersäure Sauerstoffgas zu entwickeln, wird sie in einer Retorte der Einwirkung des Sonnenlichts ausgesetzt. Nach dem Maſse, daſs jenes Gas sich entbindet, färbt sich die Säure gelb und geht in den Zustand der salpetrigen Säure über.

c. Uebergieſst man frische saftreiche Blätter von Pflanzen (z. B. der *Agave americana*) in einer Gasentbindungsflasche (*Tab. II. Fig.* 11) mit destillirtem Wasser, so daſs sie völlig damit angefüllet wird, und setzt sie der Einwirkung des Sonnenlichts aus, während man die Oeffnung des Entbindungsrohrs unter eine Glocke mit Wasser leitet, so bedecken sich die Blätter sehr bald mit kleinen Luftbläschen, die sich allmälig losreiſsen und in der Glocke emporsteigen und nun ein reines Sauerstoffgas darstellen. Ohne Mitwirkung des Wassers wird kein Sauerstoffgas entwickelt. Seine Entwicklung ist also auf eine vorgegangene Zersezzung des Wassers gegründet.

Physische Eigenschaften des Sauerstoffgases.

§ 342.

Das reine Sauerstoffgas ist ein Produkt der Mischung aus Sauerstoff, als ponderablem Substrat, und aus Wärmestoff, als expandirendem Princip, außer welchen Theilen aber vielleicht auch noch negative oder Minus-Elektricität einen Bestandtheil darin ausmacht, welches fernere Beobachtungen genauer bestimmen werden. Es ist ein gasfreies Wesen eigner Art, das sowohl von der atmosphärischen Luft, als von jeder andern Gasart wesentlich verschieden ist.

Beispiele.

a. Das reine Sauerstoffgas ist durchsichtig, farbenlos, geruchlos und geschmacklos.

b. Seine specifike Dichtigkeit verhält sich zu der atmosphärischen Luft wie 1,10359 (nach Biot), wie 1,10562 (nach Saussure) und wie 1,12700 (nach Humphry Davy) zu 1,0000; von welchen Bestimmungen jedoch die von Biot die richtigste zu seyn scheint.

c. Seine specifike Wärme verhält sich zu der der atmosphärischen Luft (nach de la Roche und Berard): 1) bei gleichem Volum verglichen, wie 0,9765 zu 1,000; 2) bei gleichen Gewichten verglichen, wie 0,8848 zu 1,000; und zu der des Wassers, dem Gewicht nach verglichen, wie 0,2361 zu 1,000.

d. Seine brechende Kraft für das Licht ist schwächer, als die irgend eines andern bekannten Körpers. Seine absolute Strahlenbrechung ist (nach Biot und Arago) = 0,000560204; zu der der atmosphärischen Luft verhält sie sich wie 0,86161 zu 1,000.

e. Von

e. Vom reinen Wasser wird es in der Kälte nur in geringer Menge eingesaugt und in der Siedhitze wieder daraus abgesondert.

Chemische Eigenschaften des Sauerstoffgases.

§. 343.

Wenn das Sauerstoffgas mit Substanzen in Wechselwirkung gesetzt wird, welche den Sauerstoff als Substrat daraus anzunehmen vermögend sind, so erfolgt ein mehr oder weniger lebhafter Prozeſs der Verbrennung, mit Licht- und Wärmeentwicklung begleitet.

Beispiele.

a. Ein bloſs glimmender Holzspan, der in ein Gefäſs mit Sauerstoffgas getaucht wird, entzündet sich in selbigem flammend und verbrennt mit lebhaftem Glanze.

b. Ein glimmender Wachsstock entzündet sich darin mit schwachem Knall und verbrennt mit lebhaftem Lichte.

c. Glimmender Feuerschwamm geräth darin in eine flammende Entzündung.

d. Eine Uhrfeder oder einen dünnen Eisendraht verbinde man an ihrer Spitze mit etwas Feuerschwamm oder Korkholz, entzünde selbiges und tauche das Metall nun in das Sauerstoffgas. Dasselbe wird sich entzünden, und unter Aussprühung glänzender sternförmiger Funken verbrennen, die zu kleinen Oxydkügelchen sich vereinigen, welche so heiſs sind, daſs sie, selbst durch Wasser hindurchgehend, noch in das Glas einschmelzen.

e. An einem Lichte entzündeter Schwefel verbrennt im Sauerstoffgas mit einer rothblauen Flam-

me; es wird schweflichte Säure erzeugt, die dunstförmig zurückbleibt.

f. In einen kleinen, mit einem langen Stiel verbundenen eisernen Teller lege man ein klein Stückchen Phosphor, entzünde solches an einem Lichte und tauche dasselbe nun in ein Gefäſs mit Sauerstoffgas: der Phosphor wird mit einem so lebhaften Glanze verbrennen, daſs sein Licht dem Auge fast unerträglich ist, ohne daſs eine sehr merkliche Temperatur wahrgenommen wird. Nach vollendetem Verbrennen wird das Gefäſs mit weiſsen Dämpfen von Phosphorsäure und phosphoriger Säure angefüllet erscheinen.

§. 344.

Wenn die Verbrennung der genannten und vieler andern verbrennlichen Substanzen im Sauerstoffgas, im verschlossenen Raume, veranstaltet wird, so erfolgt sie unter einer stärkern Entwickelung von Licht, als in atmosphärischer Luft; sie beendigt sich viermal schneller; das Sauerstoffgas verschwindet, und der verbrannte Körper hat eine wesentliche Veränderung erlitten. Ist das Produkt, welches durch die Verbrennung in dem Sauerstoff erzeugt worden ist, von starrer Form (ein Metalloxyd, eine trockne Säure), so verschwindet alles Gas. Hat solches aber selbst eine Gasform (wie kohlenstoffsaures Gas, oder schwefligsaures Gas): dann wird entweder gar keine oder nur eine unbedeutende Veränderung im Volum herbeigeführt. Immer ist aber das Gewicht des verbrannten Körpers dem des der Verbrennung unterworfenen, plus dem Gewicht des verbrauchten Sauerstoffgases, proportionirt.

Das Feuer.

§. 345.

Die Entmischung des reinen Sauerstoffgases, durch die Einwirkung einer andern, mit seinem Substrate mischbaren Substanz, wird Verbrennung (*Combustio*), und Substanzen, welche das Sauerstoffgas zu entmischen vermögend sind, werden brennbare Körper (*Corpora combustibilia*) genannt. Das aus Licht und Wärme gemischte Phänomen, welches die Verbrennung begleitet, wird Feuer (*Ignis*) genannt. Man nennt es gemeines oder Küchenfeuer, wenn irdische Körper verbrennen und mit dem Feuer zugleich Dünste entwickelt werden, die seine Intensität vermindern. Hierdurch unterscheidet sich solches von dem Sonnenfeuer, welches frei von eingemengten fremdartigen Dünsten ist.

Theorie der Verbrennung und des Feuers.

§. 346.

Um die Hitze zu erklären, welche die Verbrennung der Körper begleitet, betrachtete Lavoisier das Sauerstoffgas als ein Produkt der Mischung aus Sauerstoff und Wärmestoff, und erklärt die mit der Verbrennung verbundene Hitze, durch die aus dem zerlegten Sauerstoffgas entwickelte Wärme. Crawford hingegen suchte den Grund davon in einer vorgegangenen Veränderung der specifiken Wärme der verbrannten Körper, die in selbigem geringer sey, als ihr Gehalt in dem Sauerstoffgas und in dem verbrannten Körper vor der Verbrennung war. Diese

Erklärung kann aber nicht Statt haben, weil es erwiesen ist, daſs manche durch die Verbrennung gebildete Substanzen eben so viel specifike Wärme enthalten, als ihre Bestandtheile für sich; und weil, nach dieser Erklärung, beim Verbrennen des Wasserstoffgases eher Kälte als Wärme entstehen müſste. Endlich reichen beide Erklärungsarten nicht zu, um auch das Licht zu begründen, welches die meisten Verbrennungen begleitet; oder man müſste das noch nicht streng erwiesene Daseyn eines in den verbrennlichen Körpern gebundenen Lichtstoffes anerkennen.

§. 347.

Auf eine sehr sinnreiche Weise erklärt dagegen Berzelius den Erfolg des Lichtes, welches die Verbrennung der Körper begleitet, aus dem Uebergange der entgegengesetzten Elektricität, zwischen dem Sauerstoffgas und dem verbrennlichen Substrate, nach welcher Ansicht also das Phänomen des Feuers ganz auf dieselbe Weise entstehet, wie der Funke beim Entladen einer Leidener Flasche oder beim Blitz. Betrachtet man dem gemäſs das Sauerstoffgas als ein Produkt der Mischung aus Sauerstoff plus Wärmestoff, plus Minus oder negativer Elektricität; den verbrennlichen Körper hingegen als ein Produkt der Mischung seines oxydirbaren Substrats plus positiver Elektricität; so erklären sich allerdings Licht und Wärme, welche den Prozeſs der Verbrennung begleiten, daraus auf eine sehr einfache Weise.

(J. J. Berzelius a. §. 171. a. O. Seite 60 bis 83.)

Bedingungen zur Verbrennung.

§. 348.

Sauerstoffgas und ein verbrennlicher Körper sind indessen noch nicht allein hinreichend, den Erfolg einer Verbrennung zwischen beiden zu veranlassen; sondern es gehört dazu noch ein gewisser Grad der Temperatur, unter welcher beide in Contact treten müssen, wenn eine Verbrennung Statt finden soll. Welches diese Temperatur aber auch sey, so wird sie doch immer von derjenigen übertroffen, welche während dem Vorgange der Verbrennung entwickelt wird; und diese ist um so größer, je größer die Affinität des verbrennlichen Substrats zum Sauerstoff war. Der Erfolg des Verbrennens geschiehet um so rascher, je reiner das Sauerstoffgas war, und hingegen um so langsamer, je mehr solches mit einer andern, die Verbrennung nicht unterhaltbaren, Gasart gemengt war.

Beispiele.

a. Phosphor verbrennt schon bei einer Temperatur von + 5° Reaumur, aber langsam und unter Ausströmung eines schwachen Lichtes, und geht nach und nach in Säure über. Bei 30° Reaum. verbrennt er mit Schnelligkeit in atmosphärischer Luft; mit dem lebhaftesten Lichte aber (§. 342) im reinen Sauerstoffgas.

b. Schwefel leuchtet, in Berührung mit der atmosphärischen Luft, bei 65° Reaum. im Dunkeln, entzündet sich aber und brennt mit blauer Flamme, bei 125° Reaumur.

c. Im reinen Sauerstoffgas verbrennt ein Körper fünfmal schneller als in atmosphärischer Luft, welche letztere nur $\frac{1}{5}$ Sauerstoffgas enthält.

§. 349.

Manche Körper müssen vorher bis zum anfangenden Glühen erhitzt werden, wenn sie in Berührung mit der Luft sich entzünden und fortbrennen sollen, wie z. B. Kohle, Metalle u. s. w. Andere gehen mit dem Sauerstoff in Verbindung, bei einer Temperatur, die noch kein Glühen mit sich führt; sie fahren fort, Sauerstoff aus dem Dunstkreise einzusaugen und sich heiſs zu erhalten, ohne daſs Feuer entsteht, welches jedoch beim Zutritt des reinen Sauerstoffgases zum Ausbruch kommt.

Beispiele.

a. Man gieſse etwas Schwefelsäure auf den Boden eines Zuckerglases und halte ein dünnes Stäbchen erhitzten aber nicht glühenden Platindraht über den Aether; der Draht wird rothglühend werden, den Aether aber nicht eher entzünden, als bis er weiſsglühend geworden ist.

b. Auf die letztere Wirkung ist Davy's sogenannte Glühlampe (*Tab. II. Fig.* 11.) gegründet. Um sie darzustellen, wickele man ein Stückchen dünnen Platindraht einigemal spiralförmig um den Docht einer Weingeistlampe herum. Man zünde nun die Lampe an und blase sie schnell aus, wenn der Draht rothglühet, welcher nun ferner fortglühet, so lange noch Weingeist oder an dessen Stelle Aether in der Lampe ist.

c. Hier findet also ein zwiefacher Prozeſs des Brennens Statt, der eine bei der möglichst niedern, der andere bei der möglichst hohen Temperatur. Der Platindraht setzt hier, durch sein Glühen, den Weingeist oder Aether in den Zustand, fortwährend Sauerstoff aus dem Dunstkreise einzusaugen; der die Wärme stärker leitende

Draht nimmt dagegen die freiwerdende Wärme auf und erhält sich dadurch fortwährend im Zustande des Glühens.

Entzündung durch Compression des Sauerstoffgases.

§. 350.

Wenn man reines Sauerstoffgas, oder auch atmosphärische Luft, oder jede andere Sauerstoffgas haltende Gasart, in einem engen aber starken Rohre mittelst eines hineinpassenden Stempels schnell zusammenpresset, so nimmt man im dunkeln ein leuchtendes Phänomen war. Es scheint indessen, daſs jenes Phänomen des Leuchtens nicht bloſs ein Erfolg von freiwerdendem Lichte, sondern auch von Wärme ist; denn verbrennliche Körper, die man vorher in das Compressionsrohr bringt, werden sogleich entzündet.

Beispiele.

a. Man bringe in das Compressionsrohr ein Stückchen Feuerschwamm oder Phosphor und stoſse den Stempel schnell nieder: der hineingebrachte Gegenstand wird sich entzünden.

b. Presset man ein Gemenge von 2 Volumtheilen Wasserstoffgas und 1 Volumtheil Sauerstoffgas auf gleiche Weise schnell zusammen, so erfolgt dessen Entzündung und das Rohr wird zersprengt.

Selbstentzündung.

§. 351.

Wenn es gegründet ist, daſs unter den (§. 348.) angegebnen drei Bedingungen, dem Daseyn eines verbrennlichen Körpers, des Sauerstoffgases und einer hinreichend hohen Tempera-

tur, eine Entzündung erfolgen mufs, so mufs selbige auch unter jedem andern Verhältnifs da eintreten, wo jene Bedingungen zusammentreffen. In solchem Fall können daher Selbstentzündungen und durch sie Feuersbrünste veranlasset werden, ohne dafs selbige durch eine sonstige Veranlassung oder eine böse Absicht herbeigeführt werden.

§. 352.

Dergleichen Selbstentzündungen erfolgen besonders da, wo, durch eine Mitwirkung fremder Einflüsse, die Temperatur des verbrennlichen Körpers sattsam erhöhet werden kann; in welchem Fall alsdann nur noch der Zutritt der atmosphärischen Luft von aufsen her erfordert wird, um das Ganze in Flammen ausbrechen zu lassen.

Beispiele.

a. Mehlmagazine sind oftmals dadurch in Selbstentzündung gerathen, dafs das Mehl in einem zu feuchten Zustande hineingebracht, zu hoch über einander gelagert und zu fest zusammengedrückt war. Hier erfolgt eine Zerzetzung der dem Mehl inhärirenden Wässrigkeit. Das feste Wasser wird vom Mehl gebunden und der Wärmestoff in Freiheit gesetzt (§. 250 *b.*) Dieser erhebt die Temperatur des Mehls bis zur anfangenden Verkohlung und es bedarf dann nur noch des Zutritts der Luft von aufsen, um das Ganze in Flammen ausbrechen zu lassen.

b. Ein gleicher Erfolg mufs bei Getreide-Magazinen, so wie bei Heu- und Stroh-Magazinen eintreten, wenn jene Materialien im feuchten Zustande zu hoch und zu fest über einander gehäuft werden; welches auch bei einem gleichen Zusammenhäufen von feuchtem Werg, feuchter Wäsche und feuchten

leinenen Kleidungsstücken, desgleichen von, mit feuchtem Stroh oder Heu ausgestopften oder sonst durch den Gebrauch feucht gewordenen Matratzen u. s. w. der Fall ist, wenn sie, zu fest über einander gepackt, in Magazingebäuden aufbewahrt werden.

c. Eine gleiche Selbstentzündung kann erfolgen, wenn mit Oel oder mit Thran getränkte Wolle, oder mit Oel oder Oelfirnifs, desgleichen mit Harzfirnifs durchdrungene Leinwand, zu fest über einander gepackt, in Magazinen aufbewahrt werden. Solches ist der Fall, wenn gefirnifste Kamaschen, oder Stiefletten, desgleichen Czackos, oder lederne mit Oel getränkte Pferdegeschirre, oder mit Schweifs durchdrungene wollene Schlafdecken, oder andere Kleidungsstücke, fest über einander gepackt, in Magazinen aufbewahrt werden. Im Jahre 1781 wurde die Russische Flotte zu Kronstadt ein Opfer der Selbstentzündung, blofs durch die über einander gehäuften mit Theer durchdrungenen Schiffstaue.

(P. S. Pallas neue nordische Beiträge etc. 3. B. S. 37 etc. Bucholtz Beiträge zur Geschichte der Selbstentzündungen. In Crells chem. Annal. 1784. V. B. S. 411 und 483 etc.)

Wirkung des Sauerstoffgases auf den Prozefs der Respiration.

§. 353.

Wenn man frisches venöses Blut in eine Flasche mit Sauerstoffgas bringt und solches damit schüttelt, so verwandelt sich die dunkelrothe Farbe des Bluts in eine hellere fast scharlachrothe. Solches ist auch der Fall, wenn das Blut, auf einem flachen Teller, der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird: die obere Fläche desselben wird

hellroth und die darunter liegende wird dunkler als vorher. Läſst man ein Thier, z. B. einen Vogel oder eine Maus, in einem verschlossenen Gefäſse mit Sauerstoffgas, ein ähnliches aber in einem gleichen Volum atmosphärischer Luft athmen, so lebt das im Sauerstoffgas eingesperrte Thier viermal länger als das in der atmosphärischen Luft. Was nach vollendeter Respiration übrig bleibt, ist ein Gemenge von Wasserdunst und einer irrespirabeln Gasart. Das venöse Blut des im Sauerstoffgas geathmeten Thiers zeigt eine höhere Röthe als das von dem in der atmosphärischen Luft geathmeten; und, wenn solches lange im ersten Gas geathmet hat, ohne darin gestorben zu seyn, so findet sich die Lunge desselben in einem Zustande der Entzündung.

§. 354.

Auf jene Erfolge ist der Prozeſs der Respiration des Menschen und aller übrigen warmblütigen mit Lungen begabten Geschöpfe gegründet. Sie athmen, indem sie die atmosphärische Luft in die Lunge einziehen. Hier setzt die atmosphärische Luft ihren Sauerstoff an das Blut ab und das mit derselben gemengt gewesene Stickstoffgas bleibt übrig. Folglich ist der Prozeſs der Respiration ein Prozeſs der Verbrennung. Der Wärmestoff, welcher ausgesondert wird, verbreitet sich durch alle Theile des Körpers und veranlasset die höhere Temperatur, wodurch alle warmblütige lebende Geschöpfe sich von den kaltblütigen unterscheiden. Stickstoffgas, Wasserdunst und kohlenstoffsaures Gas, deren Entstehung

erst späterhin erklärt werden kann, werden ausgehaucht. Weil hiernach das Sauerstoffgas das nothwendigste Mittel zur Unterhaltung des thierischen Lebens ausmacht, so ist es früher auch Lebensluft genannt worden.

§. 355.

Es ist begreiflich, dafs jede starke Bewegung des Körpers, als schnelles Laufen, vieles und lautes Sprechen, heftiges Tanzen, übermäfsig schnelles Reiten, schnelles Besteigen von Anhöhen und Bergen, hohen Treppen u. s. w., eine beschleunigte Respiration zur Folge haben mufs, wodurch also in gleichen Zeiten mehr Luft eingeathmet, also auch mehr Sauerstoff und Wärmestoff an die Lunge abgesetzt werden mufs. Es ist also auch eben so begreiflich, dafs alle jene heftigen Bewegungen Lungenkrankheiten herbeizuführen vermögend sind; so wie es die Erfahrung begründet hat, dafs lungensüchtige Menschen ihren Zustand verschlimmern, wenn sie reines Sauerstoffgas einhauchen, weil dann allemal viermal mehr Sauerstoff an die Lunge abgesetzt werden mufs, als wenn sie in atmosphärischer Luft respiriren.

Zweite Abtheilung.

Von dem Wasserstoffe.

§. 356.

Das völlig reine Wasser ist kein einfacher Körper, sondern ein Produkt der Mischung aus zweien wesentlich verschieden gearteten Elementen, nämlich dem Sauerstoffe

und einem verbrennlichen Elemente, das in der Verbindung mit dem Erstern das Wasser erzeugt. Dieses letztere Element wird daher Wasserstoff oder wassererzeugender Stoff (*Hydrogenium. Principium Hydrogenii*), auch Hydrogen genannt. Jener Name ist aus den griechischen Wörtern ὕδωρ (Wasser) und γεινομαι (ich erzeuge) gebildet und durch Lavoisier zur Bezeichnung für jenes Element zuerst eingeführt worden. Der reine Wasserstoff kann nicht isolirt dargestellt werden; aber sein Daseyn giebt sich aus den eigenthümlichen Produkten seiner Mischung mit andern Elementen zu erkennen. In einem solchen gebundenen Zustande findet sich der Wasserstoff, aufser dem Wasser, auch in allen organischen Erzeugnissen des Thier- und Pflanzenreichs und vielen anorganischen Substanzen; er liegt also sehr reichlich im Weltraume verbreitet. Das Gewicht eines Atoms desselben setzt Berzelius = 6,2177, nach seinen neuesten Beobachtungen (§. 171) hingegen = 6,244, das des Sauerstoffes zu 100 angenommen.

Wasserstoffgas.

§. 357.

Wenn der Wasserstoff aus irgend einer seiner Verbindungen mit einem andern Elemente in Freiheit gesetzt wird, so nimmt derselbe einen gasförmigen Zustand an und wird in diesem Zustande Wasserstoffgas, wassererzeugendes Gas oder Hydrogengas (*Gas Hydrogenii*) genannt. Dieses Gas war schon früher bekannt,

unter dem Namen von brennbarem Gas oder brennbarer Luft. Seine wahre Natur lernte man aber erst späterhin kennen.

(*Lavoisier Traité élémentaire de Chimie etc. Paris* 1789. *Tom. I. pag.* 81. Lavoisier System der antiphlogistischen Chemie. Uebersetzt und mit Anmerkungen begleitet von S. F. Hermbstädt. Berlin 1790. 1. Band, Seite 110.)

§. 358.

Im reinen Wasserstoffgas repräsentirt sich der Wasserstoff gasförmig, ohne irgend eine Veränderung seiner chemischen Natur erlitten zu haben. Um jenes Gas darzustellen kann man sich mehr als einer Methode bedienen; aber es erscheint dann auch nicht immer von einem gleichen Grade der Reinheit. Man gewinnt jenes Gas: 1) durch die Zerlegung des reinen Wassers mittelst der Volta'schen Säule; 2) durch die Zerlegung des reinen Wassers mittelst glühenden Eisens; 3) durch die Auflösung des Eisens oder des Zinks in mit Wasser verdünnter Schwefel- oder Hydrochlorinsäure (Salzsäure). Das auf den letztern Wegen gewonnene Gas ist am wenigsten rein; es zeichnet sich stets durch einen widrigen Beigeruch aus.

§. 359.

Wenn eine Zerlegung des Wassers durch die Volta'sche Säule veranstaltet wird, so gewinnt man das Wasserstoffgas zwar im höchsten Zustande der Reinheit, aber auch nur in sehr geringer Menge.

Beispiele.

a. Ein gläsernes Rohr, etwa 10 Zoll lang und 4

Linien im Durchmesser haltend (*Tab. II. Fig.* 12.), das unten und oben mit gut passenden Korkstöpseln verschlossen werden kann und am obern Ende mit einem engen Gasentbindungsrohr (*cd*) verbunden ist, fülle man mit reinem Wasser an, in welchem man, um die leitende Kraft zu begünstigen, sehr wenig Küchensalz gelöst hat. Durch den untern Stöpsel befestige man einen etwas dicken, in eine Spitze ausgehenden Draht von Messing (*ab*) und durch den obern Stöpsel einen gleichen (*ef*) dergestalt, daſs die Spitzen beider Drähte *a* und *f* etwa eine Linie von einander entfernt bleiben. Das kleine Entbindungsrohr (*c*) fülle man gleichfalls voll Wasser, leite solches mit seiner Oeffnung (*d*) unter Wasser und bedecke selbige mit einem, mit reinem Wasser gefülleten Cylinder. So vorgerichtet, verbinde man nun das äuſsere Ende des untern Drahts mit dem Zinkpol (dem + Pol), das äuſsere Ende des obern Drahts hingegen mit dem Kupferpol (dem — Pol) einer nicht zu schwachen Volta'schen Säule.

b. Hier beginnet sehr bald die Wasserzersetzung. Es erfolgt nämlich in der Flüssigkeit, zwischen den Oberflächen der Drähte *a* und *f*, die elektrisch-chemische Vertheilung, durch welche die Säule entladen wird. Das — *E*, mit dem Sauerstoffe des Wassers und der Säure des Küchensalzes verbunden, sammelt sich um den untern Draht (*ab*) herum, und weil das — *E* hier durch das + *E* der Säule gesättiget wird, so verbinden sich der Sauerstoff und die Säure mit dem Metall, um ein Salz zu erzeugen, das um den Draht herum sich gelöst erhält. Das + *E* hingegen, mit dem Wasserstoffe aus dem Wasser und dem aus dem Küchensalze frei gewordenen Natron, häufen sich am obern Drahte (*ef*) an. Hier wird das + *E* von dem — *E* des Drahtes gesättiget, und weil das Wasserstoffgas keinen Körper findet, mit dem es

sich verbinden kann, so entweicht solches nun in Gasform durch das Entbindungsrohr (*cd*); dagegen das Natron um *ef* herum gelöst bleibt.

§. 360.

Um die Zerlegung des Wassers durch ein glühendes Metall zu veranstalten, kann man sich dazu am besten des reinen Schmiedeeisens bedienen, über welches man, in seinem glühenden Zustande, die Dämpfe des siedenden Wassers hinstreichen läſst. Auch das auf diesem Wege gewonnene Wasserstoffgas ist sehr rein, muſs aber dennoch dem vorigen nachstehen, weil solches zuweilen etwas kohlenstoffsaures Gas eingemengt enthält.

Beispiele.

a. Man fülle ein etwa 8 Linien weites und 18 bis 20 Zoll langes Rohr von Kupfer (im Nothfall auch einen eisernen Flintenlauf) (*Tab. II. Fig.* 13 *ab.*) mit einer vorher abgewogenen Quantität sehr dünnem Eisendraht an und lege selbiges in einen länglicht-viereckigen Ofen ein. In die eine Oeffnung des Rohrs (*a*) befestige man luftdicht den Hals einer kleinen bis auf ⅔ ihrer Kugel mit destillirtem Wasser gefülleten gläsernen Retorte. Die entgegengesetzte Oeffnung aber (*b*) verbinde man mit einem gekrümmten gläsernen Rohr (*cd*), das mit seinem untern Theil *d* bis auf den Boden einer halb mit reinem Wasser gefüllten Gasentbindungsflasche (*ef*) hinabreicht und in (*e*) luftdicht befestiget ist. Man placire nun die Oeffnung des Entbindungsrohrs (*g*) unter den Trichter der pneumatischen Wanne.

b. Wenn alles so vorgerichtet ist, feuere man den Ofen mit glühenden Kohlen an und placire unter der Retorte die Flamme einer Weingeistlampe.

Anfangs wird sich die durch die Hitze ausgedehnte atmosphärische Luft aus den Gefäſsen entwickeln; sobald aber das Wasser kocht und das Rohr rothglühet, werden sich entzündliche Gasblasen entwickeln, welche Wasserstoffgas sind, das nun in darüber gestürzten mit Wasser gefüllten Gefäſsen aufgefangen werden kann.

c. Wenn alles Wasser in der Retorte verdunstet und der Prozeſs beendigt ist, löse man die Retorte aus dem Rohr ab, um das Hineintreten des Wassers zu verhindern, und lasse alles erkalten. Nach dem Erkalten findet man das Eisen in dem Rohre in schwarzes Eisenoxydul umgewandelt und im Gewicht vermehrt. Hier hat also das Wasser seinen Sauerstoff an das Eisen abgesetzt und solches oxydirt, dagegen der Wasserstoff als Wasserstoffgas entwickelt worden ist.

§. 361.

Um die Zerlegung des Wassers durch die Auflösung eines Metalls, in einer mit Wasser verdünnten Säure, zu veranstalten, kann man sich der folgenden Verfahrungsart bedienen.

Beispiele.

a. In eine Gasentbindungs-Flasche (*Tab. II. Fig.* 14.) bringe man eine Portion reines gefeiltes Eisen oder Bohrspäne, oder an dessen Stelle gekörnten Zink. Man placire die Oeffnung des Gasentbindungsrohrs (*a b*) unter den Trichter der pneumatischen Wanne und gieſse durch den mit der Flasche verbundenen Trichter (*cd*) ein Gemenge von 1 Theil concentrirter Schwefelsäure und 5 Theilen Wasser hinzu. Das Metall wird sich bald, unter Entwicklung von Wärme, auflösen. Anfangs wird sich die atmosphärische Luft aus dem leeren Raume der Flasche entwickeln, bald nachher aber das Wasserstoffgas nachfolgen,

wel-

welches nun auf gewöhnliche Weise über Wasser aufgefangen werden kann.

b. Bei jenen Operationen erfolgt gleichfalls eine Zerlegung des mit der Säure gemengten Wassers. Das Metall entziehet dem Wasser, begünstigt durch die Mitwirkung der Säure, den Sauerstoff, um sich zu oxydiren und in der Säure lösbar zu werden. Die aus dem zerlegten Wasser freigewordene Wärme bleibt zum Theil frei, zum Theil dehnt sie den freigewordenen Wasserstoff zum Wasserstoffgas aus, das nun entwickelt wird.

c. Das durch die Auflösung in Säuren der Metalle entwickelte Wasserstoffgas zeichnet sich durch einen widrigen Geruch aus, der theils von beigemengtem Kohlenwasserstoff, theils von Schwefelwasserstoff abhängig ist. Schüttelt man solches mit Weingeist, so wird er davon getrübt, und es verliert den Geruch gröſstentheils. Auch kann ihm derselbe (nach Döbereiner) entzogen werden, wenn jenes Gas mit gut ausgeglüheter Kohle und reinem Wasser geschüttelt wird.

Physische Eigenschaften des Wasserstoffgases.

§. 362.

Das reine Wasserstoffgas muſs als ein Produkt der Mischung aus Wasserstoff, als seinem Substrat, so wie aus $+ E$ und aus Wärmestoff, als expandirenden Prinzipien, angesehen werden. In seinen physischen Eigenschaften, ist es durchaus von jeder andern Gasart verschieden; wie solches durch sein eigenthümliches Verhalten begründet wird.

Beispiele.

a. Seine specifike Dichtigkeit verhält sich

zu der atmosphärischen Luft (nach Berzelius und Dulong) wie 0,0668 zu 1,000, das ist beinahe wie 1 : 15.

b. Seine specifike Wärme verhält sich zu der der atmosphärischen Luft (dem Volum nach) wie 0,9033 : 1000; dem Gewicht nach aber wie 12,3401 : 1,000; und mit einem gleichen Volum Wasser verglichen, wie 3,2936 : 1,000.

c. Seine brechende Kraft für das Licht verhält sich zu der der atmosphärischen Luft wie 6,61436 : 1,00000.

d. Es ist in seinem reinsten Zustande durchsichtig, so wie farbenlos und völlig geruchlos.

e. Wird es mit reinem kalten Wasser geschüttelt, so nimmt dieses nur eine sehr geringe Menge davon auf, welche in der Hitze wieder daraus entwickelt wird.

(Berzelius Lehrbuch der Chemie; übersetzt von Bloede. 1. Band. Dresden 1820. Seite 205 etc. Derselbe und Dulong in den *Annales de Chimie et de Physique. Tom. XV. pag.* 33 *etc.*)

Benutzung des Wasserstoffgases zur Aeronautik.

§. 363.

Die große specifike Leichtigkeit des Wasserstoffgases wurde von Cavallo in London und von Charl in Paris zuerst benutzt, um solches in Hüllen einzuschließen und diese dadurch im Dunstkreise steigend zu machen. Cavallo war der Erste, welcher jenes Gas in Blasen von Seifenschaum einschloß und solche im Dunstkreise emporsteigen sahe. Als aber im Jahre 1783 die Gebrüder Stephan und Joseph Montgolfier (Papierfabrikan-

ten zu Annonay unweit Paris) es versuchten, mittelst der in einer Hülle von Leinwand eingeschlossenen, durch Hitze verdünnten, atmosphärischen Luft (einer Montgolfière) sich im Dunstkreise emporzuheben, benutzte Charl in Paris die specifische Leichtigkeit des Wasserstoffgases, um solches in Hüllen von Goldschlägerhäutchen, späterhin in Hüllen von gefirnifstem Taffet einzuschliefsen; und so entstanden die sogenannten Aerostaten oder Luftbälle, mittelst welchen jetzt, leider meist blofs zum Spielwerk, bis auf die Höhe von 18 bis 20,000 Fufs, so manche Luftreise gemacht worden ist; und es stehet dahin, ob spätere Erfahrungen uns Mittel an die Hand geben werden, die willkührliche Direktion der Aerostaten ausfindig zu machen, um die Aeronautik zu etwas mehr als einem blofsen Spielwerk benutzen zu können.

§. 364.

Bedient man sich der kleinen Ballons, von Goldschlägerhäutchen angefertiget, so kann ein solcher, der 8 Zoll im Durchmesser hält, mit Wasserstoffgas gefüllet, sich schon im Dunstkreise emporheben. Bedient man sich aber eines aus gefirnifstem Taffet angefertigten Ballons, so mufs er wenigstens 3 Fufs Durchmesser haben, wenn er steigen soll, und sein Durchmesser mufs sich vergröfsern, wenn er eine belastete Gondel mit sich emporheben soll. Doch hängt auch wieder die Steigkraft von der Reinheit und der damit in Beziehung stehenden specifischen Leichtigkeit des Gases ab. Diese verhält sich wie 1 : 15, wenn das Gas

ganz rein ist; aber nur wie 1 : 10, auch wohl nur wie 1 : 8 gegen die atmosphärische Luft, wenn solches durch die Auflösung der Metalle in Säuren bereitet worden war.

Anmerkung. Der beste Firniſs zu dem Behuf bestehet in einem guten Leinölfirniſs, in welchem etwa der zwanzigste Theil Federharz aufgelöst worden ist.

§. 365.

Die Bedingungen, unter welchen ein Aerostat überhaupt Steigkraft enthalten kann, bestehen darin: daſs sein Raum im ausgedehnten Zustande groſs genug ist, um ein Volum von Wasserstoffgas aufnehmen und solches vor dem Ausströmen schützen zn können, dessen absolutes Gewicht, sammt dem der Hülle zusammengenommen, weniger wiegt, als ein gleich groſses Volum atmosphärischer Luft. In diesem Fall muſs der gefüllete Ballon sich aus demselben Grunde im Dunstkreise emporheben, aus welchem Oel oder atmosphärische Luft im Wasser emporsteigen; und er muſs sich so lange immer höher im Dunstkreise emporheben, bis er in eine Region desselben gelangt ist, in welcher die Luft mit ihm eine gleiche Dichtigkeit besitzt.

Beispiele.

a. Es wiege die Hülle eines kleinen Aerostaten aus Goldschlägerhäutchen angefertiget, von 12 Zoll Durchmesser, 100 Gran. Sein Inhalt an Wasserstoffgas wiege 50 Gran: so wird sein Gewicht nach der Füllung betragen 150 Gran. Ein Volum atmosphärische Luft, das dem im Ballon eingeschlossenen Wasserstoffgas gleich kommt, vorausgesetzt daſs das Wasserstoffgas in seiner specifischen Dichtigkeit zu der der atmosphäri-

schen Luft sich verhält wie 1 : 10, wird aber 500 Gran wiegen. Da aber 500 — 150 = 350 ist, so mufs der kleine Ballon mit einer Steigkraft von 350 Gran sich im Dunstkreise emporheben, und wenn er mit einer kleinen Gondel belastet ist, die 200 Gran wiegt, so wird er auch diese mit sich emporheben und noch eine Steigkraft von 150 Gran übrig behalten.

b. Es betrage z. B. der Durchmesser eines grofsen Ballons, von gefirnifstem Taffet angefertiget, 20 Fufs, so wird er *circa* 4190 Kubikfufs Wasserstoffgas aufnehmen können. Es wiege ferner der Kubikfufs des Wasserstoffgases 60 Gran, so beträgt das absolute Gewicht desselben 251,400 Gran = 1047 Loth 2 Quentchen = 32 Pfund, 23 Loth, 2 Quentchen. Es wiege ferner der leere Ballon 50 Pfund; das Gewicht der Gondel betrage 60 Pfund, und das des Netzes nebst den Stricken betrage 30 Pfund: so wird das Totalgewicht des gefüllten Ballons, nebst der Gondel, dem Netz und den Stricken, zusammengenommen 172 Pfund, 23 Loth und 2 Quentchen betragen. Verhält sich nun das gebrauchte Wasserstoffgas in seiner specifiken Dichtigkeit zu der der atmosphärischen Luft wie 1 : 10, so wird ein gleiches Volum von 4190 Kubikfufs atmosphärischer Luft 327 Pfund 11 Loth wiegen. Da aber 327 Pfund, 11 Loth minus 172 Pfund, 23 Loth, 2 Quentchen 154 Pfund, 19 Loth, 2 Quentchen betragen, so ist solches der Ueberflufs der Steigkraft, mit welcher der Ballon sich im Dunstkreise emporhebt. Er wird also auch noch einen Menschen, der etwa 100 Pfund wiegt, mit empornehmen können. Es ist begreiflich, dafs die steigende Kraft in eben dem Mafse wachsen mufs, als der Durchmesser des Ballons zunimmt.

§. 366.

Um das Anfüllen grofser Aerostaten mit Wasserstoffgas zu veranstalten, bereitet man

dasselbe entweder, indem man die Dämpfe des siedenden Wassers über in Röhren (Kanonenläufen) eingeschlossenes, zum Rothglühen erhitztes Eisen hinstreichen läſst (§. 101.), welches ein Gas liefert, das wenigstens zwölfmal specifisch leichter ist, als atmosphärische Luft. Oder man bereitet solches durch die Auflösung von Eisenspänen oder von gekörntem Zink, in mit 5 bis 6 Theilen Wasser verdünnter Schwefelsäure (§. 361.) Im letztern Fall verrichtet man die Auflösung in hölzernen Fässern, aus denen das sich entwickelnde Gas mittelst Röhren von verzinntem Eisenblech abgeleitet wird. Zum schnellen Anfüllen eines groſsen Ballons kann man sich mehrerer Fässer bedienen, in welchen die Auflösung veranstaltet wird. Man placirt selbige rund herum um ein anderes mit Wasser gefülletes Faſs und läſst die Oeffnungen der Entbindungsröhren bis auf den Boden des mittlern Fasses hinabtreten, wodurch das sich entwickelnde Gas gezwungen wird, durch das Wasser hindurchzuströmen, sich abzukühlen und seine mit fortgerissenen fremdartigen Theile daran abzusetzen, welches das Waschen des Gases genannt wird. Aus dem mittlern Fasse kann nun das Gas unmittelbar in den Ballon geleitet werden. (*Tab II. Fig.* 15.) ist eine solche Vorrichtung deutlicher zu ersehen.

§. 367.

So weit man auch noch davon entfernt ist, wirkliche Luftreisen mittelst den Aerostaten machen zu können, weil man sie nicht zu lenken versteht, so haben sie doch dazu gedient, physiche Beobachtungen über die Beschaffenheit der

Luft in höhern Regionen des Dunstkreises anzustellen; und Militairpersonen werden Vortheile daraus ziehen können, indem sie selbige benutzen, sich damit über feindliche Lager und Festungen bis auf eine Höhe zu erheben, zu welcher keine Kugel mehr reicht und in welcher der Ballon ohneFerngläser nicht mehr wahrgenommen werden kann, dagegen von der Gondel aus, mittelst Ferngläsern, der Feind beobachtet werden kann.

Chemische Eigenschaften des Wasserstoffgases.

§. 368.

Das Wasserstoffgas giebt seine chemischen Eigenschaften nur dann zu erkennen, wenn solches mit Materien in Wechselwirkung tritt, die mit seinem Substrate, dem Wasserstoffe, in chemischer Anziehung stehen. Dasselbe ist weder fähig, die Respiration, noch die Verbrennung zu unterhalten; es brennt aber selbst, wenn solche in der Berührung mit atmosphärischer Luft, oder mit Sauerstoffgas, mittelst eines Lichtes entzündet wird; eben diese Entzündung erfolgt auch durch den elektrischen Funken. In allen diesen Fällen wird das Wasserstoffgas entmischet und es wird Wasser gebildet, indem solches seinen Wasserstoff mit dem Sauerstoffe in Mischung setzt.

Beispiele.

a. Wird ein lebendes Thier in einem Gefäſse mit Wasserstoffgas eingesperret, so stirbt es nicht augenblicklich; aber es wird schläfrig und stirbt nach

und nach. Nach dem Tode findet man das Venenblut desselben nicht heller wie beim Athmen in Sauerstoffgas oder in atmosphärischer Luft (§. 353.), sondern dunkler. Nimmt man das Thier aus jenem Gas heraus, wenn solches dem Sterben nahe ist, so kommt dasselbe, in einer Atmosphäre von Sauerstoffgas, wieder ins Leben zurück. Versucht es ein Mensch, in einer Atmosphäre von 4 Theilen Wasserstoffgas und 1 Theil Sauerstoffgas zu athmen, so empfindet er bald Neigung zum Schlaf, ohne sonstige Uebelkeit.

b. Taucht man einen brennenden Wachsstock in eine Flasche mit Wasserstoffgas, so erlöscht er augenblicklich. An der Oeffnung der Flasche hingegen, wo das Gas mit der atmosphärischen Luft in Berührung steht, bemerkt man eine schwach leuchtende Flamme, in der sich der Wachsstock, beim Herausziehen, wieder anzündet.

c. Wird hingegen einem Gemenge aus 1 Volum Wasserstoffgas und 2,5 Volum atmosphärischer Luft, die Flamme eines Lichts genähert, so erfolgt die Verbrennung schnell mit schwacher Explosion.

d. Läſst man in einer gläsernen Flasche Wasserstoffgas entwickeln, indem man eine Auflösung von Zink in verdünnter Schwefelsäure darin veranlasset, und hält man in den Gasstrom einen Platindraht, den man erhitzt hat, ohne ihn jedoch zum Glühen zu bringen, so kommt der Draht zum Glühen: ein Erfolg, der sich aus der Wirkung der Davy'schen Glühlampe (§. 349. *b.*) ganz deutlich erklärt.

e. Verschlieſst man aber das vorige Glas mit einem Korkstöpsel, durch den ein in der Spitze sich verengendes dünnes Barometerröhrchen befestigt ist, zündet den Gasstrom an, nachdem man eine Portion hat entweichen lassen, um die im Glase enthaltene atmosphärische Luft hinweg zu schaffen, und

hält nun einen Glascylinder oder einen gläsernen Kolben über die schwache Flamme, so entstehet ein den Tönen der Harmonika ähnlicher Klang. Faraday hat bewiesen, daſs jener Ton in einer Reihe kleiner Verpuffungen begründet ist, die so dicht hinter einander erfolgen, daſs ein zusammenhängender Klang dadurch veranlasset wird. Fängt die Flamme an zu tönen, so dehnt sie sich nach der Länge aus, als wenn sie durch einen schnell steigenden Luftstrom über die Oeffnung des Glasrohrs hinaufgetrieben würde. Hierbei mengt sich das Wasserstoffgas mit atmosphärischer Luft solchergestalt, daſs das Gemenge, wenn es etwas höher hinaufkommt, wo die Flamme brennt, mit kleinen Explosionen abbrennt; eben so wie es bei einem Flammenfeuer der Fall ist, wenn hastig darauf geblasen wird. Der innere Raum füllet sich endlich mit Wasserdunst an, und der Ton läſst nach.

f. Auf die Entzündung des Wasserstoffgases durch den elektrischen Funken gründet sich auch die Wirkung der allgemein bekannten elektrischen Lampen oder Feuerzeuge.

§. 369.

Die leichte Entzündlichkeit des Wasserstoffgases, wenn solches auch nur mit wenig atmosphärischer Luft gemengt ist, und sein öfteres Vorkommen an Orten, wo man es nicht vermuthet, wie in Steinkohlenflözen, Schachten und Stollen, besonders derjenigen Bergwerke, wo Schwefelkiese und andere Erze in Verwitterung begriffen sind, in Minengängen, wo durch irgend eine natürliche Veranlassung Wasserstoffgas sich bilden kann, veranlasset gar oft eine gefahrvolle Explosion, wenn man mit einem Grubenlichte hineingehet. Die Bergleute nennen ein solches entzündliches

Grubengas bald schlagendes Wetter, bald feurigen Schwaden, bald entzündliches Wetter, und werden oftmals ein Opfer der dadurch veranlasseten Explosion.

Davy's Schwaden- oder Sicherheitslampe.

§. 370.

Humphry Davy hat gezeigt, daſs, wenn eine brennende Lampe mit einem engen Netz von Draht umgeben wird, dessen Maschen so enge sind, daſs auf jeden Quadratzoll des metallnen Gewebes 784 kleine Löcher zu stehen kommen, selbige in ein sonst explosives Gasgemenge ohne Gefahr eingesenkt werden kann. Das Gas verbrennt alsdann bloſs auſserhalb der Maschen des Netzes, weil die Gemeinschaft der Hitze mit dem entzündlichen Gas, nach auſsen zu, durch die erkältende Kraft des metallischen Gewebes, verhindert wird, dergestalt, daſs durch diese Lampe das explosive Gasgemenge nach und nach verzehrt wird, ohne daſs eine Explosion erfolgen kann. Jene Lampe (*Tab. II. Fig.* 16.) wird daher Schwadenlampe oder Sicherheitslampe genannt.

(*Humphry Davy, On the savety lamp for Coal miners. London* 1818. *pag.* 114 *etc.*).

§. 371.

Jene Sicherheitslampe besitzt folgende Einrichtung: *A* ist ein Cylinder, aus Kupfer oder Eisendraht gewebt, mit doppeltem Boden, sicher und sorgfältig durch Umschlagen an den messingenen Reif *B* befesiget, welcher an der Lampe *C* angeschraubt ist. Das Ganze wird durch

seine Gestalt und den Ring *D* geschützt und zur Transportirung eingerichtet. Der Draht, woraus das Netz gewebt oder geflochten ist, muſs wenigstens den vierzehnten Theil eines Zolles dick seyn. Die Kette muſs aus 30, der Einschuſs hingegen aus 16 bis 18 Fäden bestehen. Bei einem glatten, nicht gedrehetem Netz darf der Draht nicht unter $\frac{1}{16}$ Zoll dick seyn, und sowohl die Kette als der Einschluſs müssen aus 28 bis 30 Faden bestehen.

Knallgas.

§. 372.

Wenn zwei Volumtheile Wasserstoffgas und ein Volumtheil Sauerstoffgas mit einander gemengt werden und dem Gemenge ein brennendes Licht genähert, oder ein elektrischer Funke hindurch geleitet wird, so erfolgt eine Entzündung des Gasgemenges mit heftigem Knall und die Gefäſse, worin es abbrennt, werden in Stücke zersprengt. Ein solches Gemenge wird daher Knallgas genannt. Leitet man das in einer Blase eingeschlossene Gasgemenge durch ein sehr enges Rohr von Platin und zündet solches an der Ausgangsspitze an, während das Gas durch eine Pressung herausgedrängt und vor dem Zurücktreten geschützt wird, so verbreitet sich während des Verbrennens ein hoher Grad von Hitze, worauf das Klarke-Newmannsche Gasgebläse (§. 67.) gegründet ist.

§. 373.

Läſst man das Knallgas mittelst eines engen Rohres durch Seifenwasser hindurchtreten, so

bilden sich kleine Gasbälle, die sich im Dunstkreise emporheben und bei der Annäherung eines brennenden Lichts mit bedeutendem Knall abbrennen.

Beispiele.

a. Man stelle eine gläserne tubulirte, oben mit einem messingenen Hahn verbundene und mit Wasser angefüllete Glocke über den Trichter der pneumatischen Wanne, und lasse ein Gemenge von 2 Theilen Wasserstoffgas und 1 Theil Sauerstoffgas hineintreten. Man schraube eine mit einem zweiten Hahn verbundene, von aller Luft entleerte Blase auf den Hahn der Glocke, öffne beide Hähne und drücke die Glocke im Wasser sanft nieder, das Gas wird emporsteigen und sich in die Blase begeben, die davon ausgedehnt wird, und nachdem der damit verbundene Hahn verschlossen worden ist, abgeschraubt werden kann.

b. Man schraube nun einen engen messingnen Kanal an den Hahn der mit Knallgas gefülleten Blase, tauche selbigen ganz flach in eine mit Wasser gemachte Lösung von Seife und drücke die Blase sanft: es wird sich ein kleiner, in der Seifenhülle eingeschlossener Gasball bilden, der sich bald losreißt, im Dunstkreise emporsteigt und nun entzündet werden kann.

c. Läßt man eine große Menge von jenem Gas in das Seifenwasser treten, so daß eine einzelne große oder mehrere kleine Gasblasen gebildet werden, und nähert ihnen ein brennendes Licht, so ist der Knall so stark, daß er dem einer abgeschossenen Flinte gleich kommt.

d. Füllet man mit jenem Knallgas eine elektrische Pistole, eine Kanone, oder eine Haubitze, letztere mit einer Bombe aus Pappe angefertiget verschlossen, und entzündet solches durch einen

elektrischen Funken, so erfolgt ein starker Knall und die Bombe wird weit weggeschleudert; ein Beweis, daſs das Gas während der Entzündung in einen gröſsern Umfang ausgedehnt wird.

Von dem Wasser.

§. 374.

Wenn ein Gemenge von 2 Volumtheilen reinem Wasserstoffgas und 1 Volumtheil reinem Sauerstoffgas, in einem völlig von atmosphärischer Luft entladenen Raume, mittelst eines elektrischen Funkens, entzündet wird, so werden beide Gasarten total vernichtet, und es wird reines Wasser erzeugt, das anfangs in Dunstform erscheint, späterhin aber zur tropfbaren Flüssigkeit verdichtet wird. Hierbei treten der Wasserstoff und der Sauerstoff beider Gasarten mit einander in Mischung, um Wasser zu erzeugen, dessen Gewicht genau eben so viel beträgt, als das Gewicht der beiden dazu verwendeten Gasarten zusammengenommen betrug. Cavendish entdeckte diese Zusammensetzung des Wassers zuerst; aber durch Lavoisier wurde sie späterhin zur Evidenz erhoben.

(*Lavoisier Traité élém. etc. Tom. I. pag.* 88. Lavoisiers Syst. der antiphlog. Chemie. Uebersezzung von Hermbstädt. 2te Auflage. Berlin 1803. 1. B. S. 123 etc.)

§. 375.

Lavoisier und mehrere seiner Nachfolger hatten festgestellt, daſs das Wasser, nach dem Gewichtsverhältniſs seiner Elemente berechnet, aus 14,338 Theilen Wasserstoff und 85,662 Sauerstoff zusammengesetzt sey. Genauere Arbeiten

darüber haben aber bewiesen, daſs 2 Volum Wasserstoffgas und 1 Volum Sauerstoffgas sich vollkommen zersetzen und reines Wasser erzeugen; woraus sich ergiebt, daſs hundert Theile reines Wasser, dem Gewicht nach berechnet, aus 11,06 Wasserstoff und 88,94 Sauerstoff zusammengesetzt sind.

Zerlegung des Wassers.

§. 376.

Die Zerlegung oder Entmischung des Wassers in Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, unter den bemerkten Volumverhältnissen, kann auf mehr als einem Wege veranstaltet werden: 1) durch die gewöhnliche verstärkte Elektricität, mittelst des Funkens einer Verstärkungsflasche; 2) durch die Volta'sche Säule; 3) indem man dem Wasser ein Metall oder einen andern Stoff darbietet, der zum Sauerstoff eine gröſsere Anziehung besitzt, als dieser zum Wasserstoff besaſs; in welchem Fall derselbe sich mit dem Sauerstoffe verbindet und der Wasserstoff als Wasserstoffgas entwickelt wird.

Beispiele.

a) Es sey (*Tab. II. Fig.* 17.) ein Rohr von starkem Glase, das 8 Zoll lang ist und etwa 5 Linien im lichten Durchmesser hat. Sein unterer Theil ist offen, seine obere Oeffnung ist mit einer messingenen Haube verschlossen, aus der nach auſsen zu ein messingener Knopf sich erhebt, der auf einem Drahte von Platin ruhet, der in dem innern Raume des Rohrs mit zweien gegen einander überstehenden Häk-

chen von Platin verbunden ist. Man fülle nun jenes Rohr mit sehr reinem Wasser an, sperre solches mit seinem untern offenen Ende in einem andern Gefäſs mit Wasser, und leite nun durch den Knopf des Rohrs anhaltend Funken aus einer geladenen Verstärkungsflasche: bei jedem Durchgange eines Funkens werden sich einige Glasblasen erheben, die in den obern Raum hinaufsteigen. Das Gas, welches sich hier entbindet, ist ein Gemenge von 2 Theilen Wasserstoffgas und 1 Theil Sauerstoffgas. Läſst man einen Funken durch jenes Gasgemenge hindurchgehen, so verbrennt es mit Explosion und wird wieder in Wasser umgewandelt.

b. Zwei gläserne Röhren *(Tab. II. Fig.* 18.), die oben verschlossen, unten aber offen sind, hänge man an einem Träger neben einander dergestalt auf, daſs ihre Oeffnungen in ein gläsernes Gefäſs mit reinem Wasser herabhängen. Jede dieser Röhren ist $\frac{3}{4}$ ihrer Länge, nach unten zu, mit einem Querröhrchen verbunden, durch welches ein Draht von Platin hindurchgehet, bis in das längere Rohr, das aber mit seinem äuſsern Ende einen kleinen Ring bildet. Man fülle nun jedes einzelne Rohr vollkommen mit reinem Wasser an, placire solches mit der untern Oeffnung in das genannte Gefäſs mit reinem Wasser, und hänge beide Röhren neben einander an ihre Träger auf. Man verbinde nun den Ring des einen Rohrs mit dem Zinkpol, den zweiten hingegen mit dem Kupferpol: es werden sich sehr bald an dem Drahte eines jeden einzelnen Pols Glasblasen entwickeln, die im Wasser emporsteigen. In dem mit dem Zinkpol verbundenen Rohr wird Sauerstoffgas und in dem mit dem Kupferpol verbundenen wird Wasserstoffgas entwickelt werden, welches letztere in seinem Volum zweimal so viel als das erste beträgt. Hier hat sich also das — *E* der Volta'schen Säule mit dem Sauerstoff verbunden und ihn in Sauerstoffgas ausgedehnt; dagegen

das + *E* desselben sich mit dem Wasserstoffe zum Wasserstoffgas verbunden hat.

c. Ein Beispiel von der Zerlegung des Wassers durch ein Metall ist bereits (§. *a. b. c.*) gegeben worden. Um aber mit möglichster Genauigkeit zu arbeiten und auch denjenigen Theil des Wassers wieder zu gewinnen, der der Zerlegung entgangen ist, muſs man sich des (*Tab. II. Fig.* 19.) abgebildeten mit einer Abkühlungsanstalt verbundenen Apparats bedienen, damit das nicht zersetzte Wasser wieder verdichtet werden kann.

Der Wasserstoff wirkt Säure zeugend.

§. 377.

Wenn der Wasserstoff auf einem schicklichen Wege und unter bestimmten quantitativen Verhältnissen, mit Schwefel, mit Chlorine, und mit Jodine in Mischung gesetzt wird, so gehen solche dadurch in den Zustand wahrer Säuren über, die wir späterhin unter dem Namen der Wasserstoffsäuren, zum Unterschied von denen, die durch den Sauerstoff gebildet sind, kennen lernen werden. Er muſs also, gleich dem Sauerstoff, als ein Säure erzeugendes Element betrachtet werden.

Zusammensetzung des Wassers.

§. 378.

So wie das reine Wasser, wenn solches einer Zerlegung unterworfen wird, in zwei Volumtheile Wasserstoffgas und 1 Volumtheil Sauerstoffgas sich auflöset, so wird solches auch wieder erzeugt, wenn jene beiden Gasarten,

in

in dem genannten Volumverhältnifs mit einander gemengt werden und das Gemenge in einem verschlossenen Raume nach und nach verbrannt wird. Bei der Verbrennung gehen die $-E$ des Sauerstoffgases und die $+E$ des Wasserstoffgases wieder in einander über, dieser Uebergang bildet das Phänomen des Lichts, womit die Verbrennung begleitet ist. Das gebildete Wasser erscheint erst in Dunstform, gehet aber nach und nach in die tropfbare Form über.

§. 379.

Die Vereinigung der Grundlagen jener beiden Gasarten zu Wasser, kann auf eine dreifache Weise bewirkt werden: 1. durch die Compression, welche jedoch stets mit grofser Gefahr für den Experimentator verbunden ist; 2. durch den elektrischen Funken; 3. durch Glühhitze.

Beispiele.

a. Um die Verbrennung des Gasgemenges im luftleeren Raume, mittelst des elektrischen Funkens, zu veranstalten, kann man sich der folgenden Vorrichtung bedienen: *A* (*Tab. II. Fig.* 20.) ist eine Kugel von weifsem, sehr starkem Glase, etwa 6 Zoll im innern Durchmesser, mit einer $2\frac{1}{2}$ Zoll weiten Oeffnung. Die Oeffnung ist in Messing gefasset und mit einem an zweien gegenüber stehenden Punkten mit Handgriffen *B B* verbundenen Deckel verschlossen, der eingeschraubt werden kann. Auf der innern Fläche des Deckels, nach dem innern Raume der Kugel zu, sind zwei in einer kleinen Entfernung von einander stehende metallene abgerundete Häkchen *a a* angebracht, von welchen das eine nach aufsen zu mit einem Drahte verbunden ist, der sich in eine kleine Kugel *b* endiget. *C* ist eine messingene

Büchse, deren Rauminhalt den zwölften Theil so viel als der der Kugel beträgt. Sie endigt sich in zwei Hälse *c c*, von welchen jeder einzelne mit einem Hahn *d d* verschlossen oder geöffnet werden kann. Mit dem untern Halse ist sie in dem Mittelpunkte der Kugel eingeschraubt; mittelst des obern Hahns kann sie auf den Teller einer Luftpumpe geschraubt werden, so wie andernseits eine mit einem Hahn versehene Blase hineingeschraubt werden kann.

b. Soll dieser Apparat gebraucht werden, so schraubt man ihn auf den Teller der Luftpumpe und entleert die Kugel, so wie die Büchse, von aller darin enthaltenen atmosphärischen Luft so vollkommen wie möglich. Man verschliefst hierauf die Hähne, stellt die Kugel auf ein Statif und schraubt auf den obern Hahn *c* eine mit einem Gemenge aus 2 Theilen Wasserstoffgas und 1 Theil Sauerstoffgas gefüllete Blase. Man öffnet nun den Hahn der Blase, so wie den obern Hahn der Büchse *d*, während der untere Hahn derselben verschlossen bleibt, wodurch die Büchse sich von selbst mit dem Gas anfüllet. Man verschliefst nun den obern Hahn und öffnet den untern, wodurch das Gas in die Kugel hineintritt, die nun zum zwölften Theil ihres innern Raums damit gefüllet wird. Man schraubt hierauf auch den untern Hahn zu, und läfst in den kleinen Knopf *b* einen elektrischen Funken schlagen. Das Gas entzündet sich ohne Knall, aber mit einer feurigen Erscheinung. Die Kugel füllet sich mit Wasserdunst, der nach und nach in Tropfen zusammenfliefst. Ist die Kugel erkaltet, so füllet man, wie vorher, erst die Büchse, dann die Kugel, aus derselben wieder mit Gas und entzündet dasselbe; und so kann diese Operation so oft wiederholt werden, als noch Gas vorhanden ist, um eine gewisse Menge Wasser zu erzeugen.

c. Soll die Verbrennung durch das Feuer geschehen, so kann man sich des folgenden Apparats bedienen:

(*Tab. II. Fig.* 21.) *A* ist ein kugel- oder auch ein cylinderförmiges Gefäfs von Glas. In *B* endigt es sich in eine trichterförmige Oeffnung, die mit einem Stöpsel *C* verschlossen werden kann. Die obere cylindrische Oeffnung ist auf der einen Seite durchbohrt, in Messing eingefasset und mit einem hervorragenden Halse *D* verbunden, der in *E* mit einem Hahn verschlossen werden kann, in seinem nach aufsen zu gehenden Mittelpunkte aber mit einem eingeschraubten, am Ende etwas gebogenen, sehr engen Röhrchen von Messing oder Platin *F* verbunden ist. *G* ist ein gläserner Cylinder oder eine Glocke. Ihr Hals ist in Messing gefasset, in *H* mit einem Hahn verbunden und kann in das Gefäfs *A* eingeschraubt werden. Aus dem Mittelpunkte ihres Halses, nach innen zu, reicht ein messingenes Rohr *I* bis auf den Boden des Gefäfses *A* herab. *K* ist eine gläserne Kugel mit zwei gegenüber stehenden Oeffnungen *L L*, beide in Messing gefasset. Die eine ist so weit, dafs sie auf den Hals *D* luftdicht aufgeschoben werden kann, die andere ist enger und so eingerichtet, dafs die Blase *M* mit ihrem Hahn *N* hineingeschraubt werden kann, der im Innern der Kugel durch ein enges Röhrchen *O* verlängert ist. *P* ist ein Statif, auf welchem die Kugel *K* ruhet.

d. Soll mit dieser Vorrichtung gearbeitet werden, so füllet man erst das Gefäfs *A* mit reinem Wasser an, nachdem man die untere Oeffnung *B* mit dem Stöpsel *C* verschlossen hat, welches am besten dadurch geschiehet, dafs man die Glocke *G* mit Wasser füllet und die Hähne *H* und *D* öffnet, da denn das Wasser sich durch das Rohr *I* in das Gefäfs *A* hinab senkt und die Luft aus selbigem durch den Hals *D* und das Röhrchen *F* entweicht. Man verschliefst die Hähne *H* und *E*, wenn das Gefäfs voll ist und füllet auch die Glocke *G* mit Wasser an. Nun füllet man das Gefäfs *A* mit Wasserstoffgas an, indem man damit

gefüllete Flaschen unter seiner trichterförmigen Oeffnung *B* öffnet. Ist es voll, so wird die Oeffnung derselben mit dem Stöpsel *C* verschlossen. Jetzt wird nun die von der darin befindlichen atmosphärischen Luft entleerte Blase *M*, nach der (§. 273. *a*.) erörterten Art, mit Sauerstoffgas angefüllet, der Hahn *L* verschlossen, das Röhrchen *O* in die Oeffnung des Hahns eingeschraubt und nun der mit diesem Röhrchen verbundene Hahn in die Halsöffnung der Kugel *K* eingeschraubt. Drückt man nun die Blase bei geöffnetem Hahne einigemal sanft, so tritt das Sauerstoffgas in die Kugel und verdrängt daraus gröſstentheils die atmosphärische Luft. Oeffnet man nun den Hahn *H* und bald darauf den Hahn *E*, so strömt das Wasserstoffgas aus *F* hervor und entzündet sich, wenn man ihm einen brennenden Wachsstock nähert. Man schiebt nun die Kugel *K* auf den Hals *D*, setzt das Statif *N* darunter und läſst die Verbrennung vor sich gehen, während man durch die Eröffnung des Hahns *L*, der mit der Blase verbunden ist, nach und nach mehr Sauerstoffgas hinzuleitet. Die Kugel *M* füllet sich sehr bald mit Wasserdünsten an, die sich nach und nach zu Tropfen verdichten und zusammenflieſsen.

§. 380.

Jene Wassererzeugung ist in beiden Fällen mit der Aussonderung von vieler Wärme begleitet. Sie entsteht nach der ältern Ansicht dadurch, daſs die beiden Grundlagen der Gasarten sich zu Wasser vereinigen, der sie ausdehnende Wärmestoff hingegen in Freiheit gesetzt wird. Wenn hingegen nach dem elektrochemischen System angenommen wird, daſs das Sauerstoffgas ein elektro-negatives, das Wasserstoffgas hingegen ein elektro-positives Wesen ausmacht, daſs die entgegengesetzten Elek-

tricitäten beider Gasarten, wenn ihre Grundlagen sich vereinigen, in einander übergehen, eben so wie bei der Entladung einer elektrischen Flasche, und daſs bei der Ausgleichung beider Elektricitäten, allemal das Phänomen des Feuers erfolgt; so muſs die Wärme, und auch die Erscheinung des Lichtes, womit jener Uebergang begleitet ist, in den entwickelten Elektricitäten ihren Grund haben.

Wasserstoffoxyd.

§. 381.

Da das Wasser eine Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff ausmacht, ohne Spuren einer Säure wahrnehmen zu lassen, so gehört solches zur Reihe der Oxyde. Wenn nun (nach Berzelius) das Gewicht eines Atoms vom Wasserstoff = 6,2177, das eines Atoms vom Sauerstoff hingegen = 100 gesetzt wird, und das Wasser aus zwei Atomen Wasserstoff (= 12,4354) und einem Atom Sauerstoff (= 100) zusammengesetzt ist, so folgt daraus, daſs das Gewicht eines Atoms Wasser 12,4354 + 100 = 112,4354 betragen muſs.

Anmerk. In Berzelius Tabellen (am S. 113 a. a. O. S. 33.) setzt er das Gewicht eines Atoms Wasserstoff = 6,2177. Zufolge seiner spätern in Verbindung mit Dulong angestellten Arbeiten (§. 171.) und der dazu gehörigen Tabelle, setzt er dasselbe aber = 6,244. Dieser letztern Bestimmung zufolge wird also das Gewicht eines Atoms Wasser = 112,488 betragen müssen; welche Bestimmung wohl, da sie später gemacht worden ist, als die richtigere angesehen werden muſs.

Wasserstoff-Deutoxyd. Oxydirtes Wasser.

§. 382.

Thenard hat vor Kurzem bewiesen, daſs das Wasser selbst eine groſse Menge Sauerstoff aufzunehmen vermag. Um die Darstellung dieser Verbindung zu veranstalten, wird folgendermaſsen operirt: Man versetzt den Umfang von 2 Pfund destillirtem Wasser mit so viel rauchender Hydrochlinsäure (Salzsäure), daſs 300 Gran Baryumdeutoxyd darin gelöset werden können. Man gieſst die verdünnte Säure in ein Glas, umgiebt solches mit Eis, (das so oft erneuert werden muſs, als es schmilzt). Man feuchtet nun 240 Gran (= 1 Loth) Baryumdeutoxyd mit wenigem Wasser an, zerreibt die Stücke in einem steinernen Mörser zum zarten Teige und rührt diesen mittelst eines gläsernen Stabes in die saure Flüssigkeit kalt ein, worin er ohne alles Aufbrausen bald aufgelöst wird. Man tröpfelt nun reine concentrirte Schwefelsäure in einzelnen Tropfen hinzu, wodurch schwefelsaurer Baryt gebildet wird, der in Flocken zu Boden fällt. Wenn sich keine Flocken mehr aussondern, so werden abermals 240 Gran zum Teig angeriebnes Baryumdeutoxyd zugegeben, und nach erfolgter Auflösung der Baryt durch Schwefelsäure gefället. Das Fluidum wird nun filtrirt, und der Rückstand mit so viel Wasser ausgesüſst, daſs das ganze Volum dem von 2 Pfund Wasser gleich ist. Dieses ist ein schwach oxydirtes Wasser. Um solches zu verstärken, wird mit demselben die vorige Operation noch zum

dritten und vierten Mal wiederholt, bis das Wasser hinreichend mit Sauerstoff geschwängert ist. Hat man das Wasser beim ersten Mal mit 300 Gran starker Hydrochlorinsäure versetzt, so reichet diese hin, um 8 Loth Baryumdeutoxyd, bei einer achtmaligen Wiederholung der Operation, in der Flüssigkeit aufzulösen, wodurch die Flüssigkeit mit ihrem 25fachen Volum von Sauerstoff verbunden wird. Ist dieser Grad der Oxydation erreicht, so muſs die Flüssigkeit noch mit Baryumdeutoxyd übersättiget werden, während man das Gefäſs dabei stets mit Eis umgeben erhält, worauf das Flüssige filtrirt und der Rückstand stark ausgepresset wird. Um das Fluidum ganz rein zu erhalten, setzt man so lange tropfenweise Schwefelsäure hinzu, bis sich kein Niederschlag mehr bildet und die Flüssigkeit alkalisch reagirt (bis sie Kurkumepapier braun macht), worauf sie so schnell als möglich filtrirt werden muſs. Das Fluidum enthält jetzt nur noch Wasser, Hydrochlorinsäure und Sauerstoff. Man bringe solches in ein Glas mit Eis umgeben und setze ihm, unter stetem Umrühren, schwefelsaures Silber zu. Hierdurch wird die Salzsäure als Chlorsilber ausgeschieden, dagegen die Schwefelsäure mit dem Wasser verbunden bleibt. Die Schwefelsäure wird nun durch in Wasser gelöstes Baryum-Protoxyd getrennt. Soll dieses oxydirte Wasser concentrirt werden, so wird es in eine flache Schale gegossen, und diese wieder in eine andere mit sehr concentrirter Schwefelsäure gesetzt, das Ganze unter die Luftpumpe gebracht und die Luft schnell ausgepumpt. Ist die Concentration auf den höchsten Grad getrieben, so

enthält die Flüssigkeit mehr als ihr 400maliges Volumen an Sauerstoff.

§. 383.

Jenes Wasserstoff-Deutoxyd oder oxydirte Wasser zeichnet sich in seinen Eigenschaften sehr merkwürdig aus: 1) Es ist geruchlos, farbenlos und ohne röthende Wirkung auf das Lakmus. 2) Sein specifisches Gewicht verhält sich zu dem des Wassers wie 1,455 : 1,000. 3) In Wasser gegossen, zerfliefst es darin wie Syrup. 4) Auf die Haut oder die Zunge gestrichen, empfindet man ein Brennen; sie werden weifs. 5) In den Mund genommen, wird der Speichel bald verdickt und ein zusammenziehender bitterer Geschmack erregt. 6) Im evacuirten Raume der Luftpumpe läfst es kein Sauerstoffgas von sich, auch ist es weniger flüchtig als reines Wasser. 7) Im Kochen wird aber gleich Sauerstoffgas daraus entwickelt, wenn keine freie Säure vorhanden ist, die sonst die Gasentbindung hemmet. 8) Alle organische Substanzen werden davon gebleicht und zerstört. 9) Läfst man einen Tropfen davon auf zart zerkleinertes Gold, Platin, Silber u. s. w. oder deren Oxyde fallen, so werden solche, unter Explosion und mit der Erscheinung des Lichtes begleitet, in Sauerstoffgas und Wasser zerlegt.

(*Thenard in Thomsons Annals of Philosophy. Mai* 1819. *pag.* 380 etc. und in Gilbert's Annalen der Physik etc. Jahrgang 1820. 4. B. S. 1 etc.)

§. 384.

Berzelius, welcher jenes Wasserstoff-Deutoxyd als ein Superoxyd des Wasserstoffes betrachtet, nimmt an, dafs solches in hundert Theilen aus 5,87 Wasserstoff aus 94,13

Sauerstoff zusammengesetzt sey. Der Wasserstoff ist dem gemäſs einer zwiefachen Oxydation fähig, ohne in eine Säure übergehen zu können. Das Protoxyd desselben ist das Wasser selbst als das erste Oxyd; das zweite Oxyd desselben ist das oxydirte Wasser.

(Berzelius Lehrbuch der Chemie. Uebersetzt von Bloede. I. Band. Dresden 1820. S. 214 etc.)

Eigenschaften des reinen Wassers.

§. 385.

Das Wasser, in seinem reinsten Zustande gedacht, zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: Es ist 1) tropfbar-flüssig; 2) farbenlos; 3) durchsichtig; 4) geschmacklos; 5) geruchlos; gefrierbar unter Null Reaumur; 7) es ist ein Lösungsmittel der Säuren, der Alkalien, der Salze, der Gummen, der Schleime und vieler andern Substanzen; 8) in der Wärme ist es flüchtig und verdunstbar; 9) es geht mit festen Körpern in Verbindung, ohne sie tropfbar zu machen, und erzeugt damit die Hydrate. Ein preuſsischer Duodecimal-Kubikzoll desselben wiegt (bei + 14° Reaumur) $293\frac{1}{3}$ preuſsische Gran (= $1\frac{2}{9}$ Loth); ein Kubikfuſs desselben 66 preuſsische Pfunde.

Krystallisirtes Wasser. Eis.

§. 386.

Wenn völlig reines Wasser in einem Glase an einem kalten, aber völlig ruhigen, Orte hingestellt und in der Mitte desselben ein Thermometer aufgehängt wird, so kann die Temperatur des-

selben bis — 5° Reaumur hinabsinken, ohne daſs es zu Eis erstarrt. Wird aber das Glas erschüttert, so erstarret alles Wasser zu einer schaumartig aussehenden Eismasse, und das Thermometer steigt in dem Augenblick auf + 5 Grad; weil dann die im Wasser noch cohärirend gebundene Wärme mit einem Male entwickelt wird. Wird das Wasser hingegen, in einem gläsernen Gefäſse der freien Luft ausgesetzt, beobachtet, so beginnt sein Gefrieren schon bei 0° Reaumur. Das Wasser kann also nur auf denjenigen Theilen des Erdballs tropfbar existiren, die hinreichend von den Sonnenstrahlen erwärmt werden. Wenn solches zu Eis erstarrt, so nimmt es eine Krystallform an. Sein allmähliges Gefrieren bietet folgende Erscheinungen dar: Erst bildet sich auf dessen Oberfläche ein dünnes Blättchen von Eis; dann bilden sich nadelförmige Krystalle, die unter bestimmten Winkeln von 60° und 120° hervorschieſsen, an welchen sich neue Krystalle ansetzen, die sich abermals mit neu bildenden vereinigen, bis endlich alles Wasser zu einer festen krystallinischen Substanz erstarret ist, die Eis *(Glacies)* genannt wird. Die Form der sich bildenden Eiskrystalle, ist sehr abweichend; bald sind es gerade dreiseitige Nadeln, bald erscheinen sie federartig, bald bestehen sie aus schuppigen Blättern, die viele Zwischenräume zwischen sich lassen. Die verschiedenen Figuren, die sich im Winter an den Fensterscheiben geheizter Stuben erzeugen, geben einen Beweis davon. Das Eis zeigt sich als ein wärmeleitender Körper für alle Grade der Wärme unter dem Gefrierpunkte, ist aber stets ein sehr

schlechter Wärmeleiter. Ueber dem Gefrierpunkte hingegen wirkt es cohärirend für den Wärmestoff (§. 227). Wird es gerieben, so wird es elektrisch; es ist also eine idioelektrische oder nicht leitende Substanz für die Elektricität. Wenn das Wasser nicht rein ist, sondern fremdartige Substanzen gelöst enthält, dann gefriert in der Regel nur das Wasser und die darin gelösten Substanzen werden verdichtet. Daher benutzt man zuweilen das Gefrieren, um Wein, oder Essig, oder Citronensaft, oder schwache Salzlösungen dadurch von der überflüssigen Wässrigkeit zu befreien.

§. 387.

Wenn das Wasser durch das Gefrieren in die Form des Eises übergehet, so dehnt es sich im Volum aus. Daher ist das Eis specifisch leichter als das tropfbare Wasser und schwimmt aus dem Grunde auf selbigem. Genaue Erfahrungen haben gelehrt, daſs das Eis in seiner specifischen Dichtigkeit sich verhält zu der des Wassers wie 0,916 zu 1,000; es ist also ungefähr um den zehnten Theil specifisch leichter. Die Ausdehnung, welche die tropfbaren Flüssigkeiten beim Gefrieren verlieren, enthält den zureichenden Grad, warum Wein, Bier und andere gefrierbare Flüssigkeiten, die in gläsernen Gefäſsen eingeschlossen sind, diese zersprengen, wenn sie gefrieren. Selbst Flintenläufe, Bomben u. s. w. in welchen man Wasser, fest eingeschlossen, gefrieren läſst, werden gesprengt. Hierauf gründet sich auch das Erfrieren der Hände oder Füſse u. s. w. in strenger Kälte. Wenn die thierische Wärme in den Extremi-

täten des lebenden Körpers, die, welche in der kalten Atmosphäre ausströmt, nicht im gehörigen Maſse wieder ersetzen kann, so erfrieren die flüssigen Säfte in den Gefäſsen und zersprengen diese, vermöge ihrer Ausdehnung; die Folge davon ist eine Art von kaltem Brand.

Anmerkung. Militairpersonen sind im Winter dem Erfrieren der Hände, der Füſse, der Backen, der Nase, der Ohren u. s. w. sehr oft ausgesetzt. Das stattgefundene Erfrieren kündigt sich dadurch an, daſs jene Glieder weiſs und gefühllos werden. Man umgebe sie mit Schnee oder Eis, bis diese zum Schmelzen kommen, indem man sich so lange in einem nur mäſsig warmen Zimmer verweilt, und wiederhole solches öfters hinter einander; und man wird dann keine Gefahr mehr zu befürchten haben. Man hüte sich, wenn man das stattgefundene Erfrieren der Extremitäten, aus der oben angegebenen Erscheinung, bemerkt, vor der Nähe eines geheizten Ofens; ein schnelles Aufthauen derselben, wird allemal gefährlich. Merkt man aber, nach erfolgtem Aufthauen, ein juckendes Gefühl, ein Anschwellen der erfrornen Glieder, welchem das schmerzhafte Aufbrechen derselben bald nachfolgt: dann bediene man sich des folgenden Mittels, das man in jeder Apotheke machen lassen kann: 2 Loth Steinöl, 1 Loth Rosmarinöl, 1 Loth Lavendelöl, 2 Loth Kampher, 1 Loth Wallrath werden zusammen aufgelöst. Mit diesem Liniment reibt man alle Abende vor Schlafengehen die erfrornen Glieder ein und wiederholt solches mehrere Wochen nach einander, bis der juckende Schmerz nachläſst; und man kann sodann der Heilungentgegen sehen, ohne daſs sie aufbrechen.

Elasticität des Wassers.

§. 388.

Das Wasser in seiner tropfbaren Form, zeigt nur einen sehr unbedeutenden Grad von Elasticität, und läſst sich daher durch von auſsen

her darauf wirkende pressende Kräfte nicht in einen engern Raum zusammendrücken. Die Verminderung, die es durch den Druck des Dunstkreises in seinem Umfange erleidet, beträgt höchstens den $\frac{4}{100,000}$ Theil desselben. Durch sein Gewicht selbst drückt es sich aber, in tiefen Seen und im Meere, zusammen, dergestalt, daſs das von der Oberfläche entnommene stets eine geringere specifische Dichtigkeit besitzt, als das aus der Tiefe entnommene.

Ausdehnsamkeit des Wassers in der Wärme.

§. 389.

Wenn das Wasser von Null an bis zu 80° Reaumur erwärmt wird, so beträgt seine Ausdehnung oder Raumerweiterung nur 0,009 gegen sein voriges Volum. Seine gröſste specifische Dichtigkeit behauptet es bei 3,5 Reaum. Von diesem Punkt an dehnt es sich sowohl beim Erwärmen als beim Abkühlen stets aus, so daſs es bei Null Grad dasselbe Volum wie bei + $8\frac{4}{5}$° einnimmt. Stellt man in ein Glas mit Wasser von 0° Reaum. 2 Thermometer, so daſs die Kugel des einen etwas über der des andern emporstehet, so steigt, wenn nun das Wasser erwärmt wird, das Quecksilber in dem untern Thermometer, weil das wärmere Wasser in dem kältern niedersinkt. Hat aber das untere die Temperatur von + 3,5° Reaumur angenommen, dann steigt das Thermometer in selbigem nicht mehr; dagegen das obere sich nun bis auf 3,5° erhebt, und nun zeigen beide

einen gleichen Grad der Temperatur. Nach einigen Augenblicken steigt aber das Quecksilber im oberen Thermometer im weit schnellern Verhältnifs, als das im untern, weil nun das wärmere Wasser auf dem kältern schwimmt. In jenem höchsten Zustande seiner Dichtigkeit ist aber (nach Arago und Fresnel) seine brechende Kraft für das Licht nicht stärker als bei niedern Graden, nimmt aber bis zum Gefrierpunkte desselben immer mehr zu. Hieraus erklärt es sich, warum das Wasser in den kältern Zonen des Erdballs, in den Tiefen der Seen flüssig bleiben, und das Leben der Fische darin erhalten kann, die sonst sterben müfsten, während solches an der Oberfläche erstarrt. Da aber das Wasser zu Boden sinkt, wenn es bis auf 3,5° Reaumur abgekühlt ist, und endlich die ganze See diese Temperatur annehmen mufs, so kann dann nur noch die Oberfläche des Wassers, unter diese Temperatur hinab, abgekühlt werden, weil nun das kältere Wasser leichter als das wärmere ist, und solches den Wärmestoff nur sehr langsam leitet. Daher findet man die Temperatur des Wassers auf dem Grunde der tiefern Seen nur + 3,5° Reaumur; daher auch tiefe Bäche und Ströme, selbst in den kältesten Wintern, nie ganz ausfrieren.

Verdunstbarkeit des Wassers in der Luft.

§. 390.

Wie sich das Wasser rücksichtlich seiner Verdunstbarkeit verhält, wenn solches bis zum Sieden erhitzt wird, ist (§. 237.) bereits erörtert

worden. Hier ist bloſs die Rede von derjenigen Verdunstung des Wassers, welche von selbst erfolgt, da wo das Wasser der Einwirkung der freien Luft ausgesetzt wird. Die Ausdunstung des Wassers in der Atmosphäre ist abhängig von der Temperatur und von dem Druck des Dunstkreises. Im luftleeren Raum erfolgt die Verdunstung des Wassers eben so schnell als im mit Luft erfülleten: ein Beweis, daſs die Luft selbst nichts dazu beiträgt; sie begünstigt aber in so fern die freiwillige, bloſs durch die Wärme veranlaſste Verdunstung, daſs sie die gebildeten Dünste fortleitet. Die von dem ausdunstenden Wasser emporsteigenden Dünste können wohl nicht als ein wirkliches Gas angesehen werden, wofür sie von Einigen gehalten werden, da sie sich in der Kälte verdichten; oder man müſste annehmen, daſs ein Theil des Wassers in durch die Kälte verdichtbaren Dunst, ein anderer Theil in durch Kälte nicht verdichtbaren Dunst übergeführt wird, weil sich sonst nicht erklären läſst, wie in sehr strenger Kälte dennoch ausgedehnte Feuchtigkeit in der Atmosphäre enthalten seyn kann; oder es müſste erwiesen werden, daſs der letzte in der Kälte nicht verdichtbare Theil seine Bildung der Elektricität verdankt, welches nicht ganz unwahrscheinlich ist: in welchem Fall der letztere Dunst nur dann in den verdichteten Zustand würde übergehen können, wenn ihm die seiner bildenden entgegengesetzte Elektricität genähert wird, um sich mit der erstern ausgleichen zu können.

§. 391.

Ein demjenigen ähnliches ausgedehntes Was-

ser, wie solches, das durch die Verdunstung im Wasser, in der Wärme, oder im luftleeren Raume gebildet wird, wird (nach Gay-Lussac) auch erzeugt, wenn 2 Theile Wasserstoffgas und 1 Theil Sauerstoffgas mit einander gemengt werden, welche sich nach und nach bis auf 2 Volum vermindern. Ein solches dunstförmiges Wasser verhält sich in seiner specifischen Dichtigkeit, zu der der atmosphärischen Luft, wie 0,6206 : zu 1,000. Es ist also specifisch leichter als atmosphärische Luft, folglich muſs auch die damit in Adhäsion stehende atmosphärische Luft specifisch leichter seyn, als die dunstfreie. Es ist indessen nicht allein das Wasser, welches ausdunstet und die Atmosphäre mit Dünsten beladet, sondern solches geschiehet auch durch die lebenden Thiere und Pflanzen, die einer ununterbrochenen Ausdünstung unterworfen sind. Daher beschlägt ein Stück Metall oder Glas, so wie jeder andere kalte Körper, mit Feuchtigkeit, wenn er in ein warmes bewohntes Zimmer gebracht wird, weil hier dem vorher nicht sichtbaren Dunste die Wärme durch den kältern Körper entzogen und er als tropfbare Feuchtigkeit niedergeschlagen wird.

Das Hygrometer.

§. 392.

Gewisse Substanzen, wie trockne Pottasche, desgleichen trockner Chlorkalk oder concentrirte Schwefelsäure u. s. w., haben die Eigenschaft, die Feuchtigkeit aus dem Dunstkreise einzusaugen; von diesen sagt man, daſs

daſs sie hygroscopisch sind; welche Benennung aus dem griechischen Worte ὑγρος (feucht) abgeleitet ist. Instrumente, die dazu geeignet sind, die Masse der Feuchtigkeit in einem gegebenen Umfange der Luft genau anzugeben, werden Feuchtigkeitszeiger (*Hygroscopia*) oder Feuchtigkeitsmesser (*Hygrometra*) genannt, eine Benennung, die aus den griechischen Wörtern ὑγρος (feucht) und μετρον (Maſs) gebildet ist.

§. 393.

Unter den mannigfaltigen Hygrometern, die nach und nach bekannt worden sind, werden 1) das von Saussüre angegebene Haarhygrometer; 2) das von de Luc angegebene Fischbein-Hygrometer; und 3) das von Daniel angegebene Aether-Hygrometer am meisten gebraucht. Die beiden ersten sind indessen keine wahre Hygrometer, sondern bloſs Hygroscope, weil man dadurch zwar die gröſsere oder kleinere Masse der Feuchtigkeit in der Luft angedeutet findet, sie aber nicht bestimmt messen kann.

Beispiele.

a. Das Saussür'sche Haar-Hygrometer (*Tab. II. Fig.* 22.) hat zur hygroscopischen Substanz ein Menschenhaar, 8 bis 10 Zoll lang, welchem vorher, durch das Kochen in einer schwachen Lauge von Pottasche, die Fettigkeit entzogen worden ist. Das eine Ende dieses Haars *a* ist in einem Rahmen von Messing mittelst einer kleinen Zange *z* befestiget; das andere Ende *b* hingegen, an dem Umfange einer sehr beweglichen kleinen Rolle *r* angeheftet, die zugleich mit einem Faden verbunden ist, der ein nur wenige Grane wiegendes kleines Gewicht *g* trägt, welches das Haar

spannet. Wenn das Haar Feuchtigkeit anziehet, so wird es verlängert, und das Gewicht sinkt. Wird es aber trocken, so verkürzt es sich, und das Gewicht wird gehoben, in beiden Fällen wird aber die kleine Rolle um ihre Axe gedrehet. An dieser Axe *c* ist ein Zeiger *cd* angebracht, der sich bewegt, so wie das Haar verlängert oder verkürzt wird. Um dieses anzudeuten, geschiehet die Bewegung an einem Kreisbogen *kk*. Der Anfang dieses Bogens ist mit *o* bezeichnet, und deutet den höchsten Grad der Feuchtigkeit an; er endigt sich in 100, welches den höchsten Grad der Trockenheit anzeigt. Der ganze Bogen ist also in 100 gleiche Theile oder Grade abgetheilt. Um zugleich die Abwechselung in der Temperatur wahrzunehmen, ist mit dem Instrumente ein Thermometer verbunden.

b. De Luc's Fischbein-Hygrometer (*Tab. II. Fig.* 23.) hat zur hygroscopischen Substanz einen sehr dünnen etwa 6 Zoll langen Streif Fischbein, welches nach der Quere der Fibern geschnitten ist. Dasselbe ist mit seinem einen Ende in eine kleine Zange eingeklemmt, mit seinem andern in einem zarten Drahte und dieser ist mit dem Umfange einer kleinen Rolle verbunden. Um das Fischbein zu spannen, ist es mit einem elastischen Faden verbunden. Die Skale ist dieselbe wie beim Saussür'schen Hygrometer.

c. Daniel's Hygrometer. Dieses Instrument bestehet aus zwei Kugeln von dünnem Glase, jede 15 Linien im Durchmesser (*Tab. II. Fig.* 24.), die sich an den Enden eines anderthalb Linien weiten Glasrohrs befinden, welches über jeder der Kugeln unter einen rechten Winkel gebogen ist, so daſs es einen langen und einen kurzen Arm bildet. In der Figur ist das Instrument zur Hälfte seiner Gröſse abgebildet. Der lange Arm *bc* schlieſst ein kleines Thermometer *de* in sich ein, dessen länglich rundes Quecksilberge-

fäſs bis tief in die Kugel *b* hinabreicht. Nachdem man den untersten Theil der Kugel *a* in ein Haarröhrchen ausgezogen und die Kugel *b* bis auf $\frac{2}{3}$ Theil mit Schwefeläther gefüllet hat, bringt man denselben in ihr über einer Lampe zum Sieden und schmelzt, nachdem die Aetherdämpfe alle Luft aus dem Instrumente, durch die Oeffnung des Haarröhrchens, herausgetrieben haben, solches von der Glaslampe zu. Ist alles gut gelungen, so muſs, wenn das Instrument nach dem Erkalten umgekehrt und die Kugel in die Hand genommen wird, aller Aether in die andere Kugel *a* übergetrieben werden und darin zum Kochen kommen. Man umgiebt nun die Kugel *a* mit einem Ueberzuge von Mousselin und placirt das Instrument auf das Fuſsgestelle *gh*, an dessen Säule ein kleines Thermometer *kl* angebracht ist. Die messingene Hülse *i* hält dasselbe, ohne zu verhindern, daſs es sich hin und her schieben und leicht herausnehmen läſst. Um mittelst dieses Instruments zu beobachten, treibt man, durch die Wärme der Hand, allen Aether in die Kugel *b*, stellt das Instrument nun vor ein Fenster in die freie Luft, so, daſs die Kugel *b* sich in der Höhe des Auges befindet, und tröpfelt alsdann einen Tropfen Aether auf die mit Mousselin bedeckte Kugel *a*. Die durch das Verdunsten dieses Aethers entstehende Kälte condensirt anhaltend und schnell den in der Kugel *a* befindlichen Aetherdunst und bringt dadurch in dem Aether der Kugel *b* ein schnelles Verdunsten, also ein Sinken der Temperatur hervor, welches durch das Thermometer *dc* angezeigt wird. Auf solche Weise bringt man leicht eine Erkältung von 30° Fahrenheit (— 13$\frac{1}{3}$° Reaumur), ja wohl selbst von 0° Fahrenheit (— 14$\frac{2}{9}$ Reaumur) hervor. Durch diese künstliche Erkältung wird der im Dunstkreise vorhandene Wasserdampf auf der Kugel *b* verdichtet und zwar erst in Gestalt eines schmalen Ringes von Thau, rings um die Oberfläche des Aethers, als dem Sitze der Verdunstung. Den

T 2

Thermometerstand, bei welchem dieser Ring sichtbar zu werden anfängt, muſs man genau beobachten, welches bei einiger Uebung nicht schwer ist, besonders wenn man hinter die Kugel eine schwarze Fläche stellt. Das Gefäſs des Thermometers ist nicht ganz, sondern nur so weit in den Aether eingetaucht, daſs solche, bei der gröſsten Erkältung, noch bis an die Mitte des Gefäſses reicht. Eine genaue Anweisung zum Beobachten mit diesem Instrumente findet sich in dessen Beschreibung.

(Daniel's Aether-Hygrometer; in Gilberts Annalen der Physik und physik. Chemie. Jahrgang 1820. 5. Band, Seite 169 und 403 etc.)

§. 394.

Um die Masse der adhärirenden Feuchtigkeit in einem gegebenen Volum von atmosphärischer Luft zu bestimmen, bediene ich mich, des vorher stark ausgeglüheten Chlorkalks. Er wird genau abgewogen, auf einer flachen gläsernen Wageschale in der mit Luft gefülleten und durch Quecksilber gesperreten Glocke aufgehängt, und nach dem Zeitraume von 10 Stunden wieder gewogen. Da denn die Gewichtszunahme die Masse der Feuchtigkeit angiebt, welche in der Luft enthalten war. Dieser eben so einfachen als sicheren Methode kann man sich auch bedienen, um die adhärirende Feuchtigkeit in allen übrigen Gasarten auszumitteln.

§. 395.

Von dem Daseyn des Wassers im Dunstkreise und der öftern Veränderungen desselben, welche theils in einer durch die ungleiche Vertheilung des Wärmestoffes im Dunstkreise veranlaſsten Bewegung der Luft, theils in der geringeren specifiken Dichtigkeit der dunsthal-

tigen Luft, endlich auch in der ungleichen Temperatur an verschiedenen Stellen des Erdbodens und in den verschiedenen Schichten der Luft begründet sind, hängen vielfältige Erscheinungen ab, welche unter dem Namen der wäſsrigen Meteore begriffen werden. Dahin gehören: 1) die Wolken; 2) der Regen; 3) der Schnee; 4) der Hagel; 5) der Nebel; 6) der Thau.

Die Wolken.

§. 396.

Die Bildung der Wolken geschiehet in den obern und den untern Regionen des Dunstkreises. Das Wasser der Seen, der Flüsse, des Erdballs und der darauf lebenden Geschöpfe, ist einer steten seiner Temperatur angemessenen Ausdunstung unterworfen. Die dadurch gebildeten Dünste, welche specifisch leichter sind, als die Luft, steigen darin empor und werden von ihr aufgenommen. Dieses Emporsteigen muſs nach und nach so weit vor sich gehen, bis sie in eine Luftschichte kommen, die so kalt ist, daſs das Wasser sich nicht mehr in der Dunstform erhalten kann, sondern in Gestalt eines sichtbaren Dampfes niedergeschlagen wird. Jener Niederschlag erfolgt bald in tiefern bald in höhern Regionen der Atmosphäre, je nachdem die Luft wärmer und je weniger sie mit Wassertheilen beladen ist. Jener sichtbare Dampf bildet nun die Wolken, die allein dadurch sichtbar werden, daſs sie die Sonne theils erleuchtet, theils bedeckt. Ihre Durchsichtigkeit muſs in eben

dem Grade sich vermindern, in welchem die Dichtigkeit des Dampfs sich vermehrt. Jene Wolken, in welchen sich das Wasser im Zustande kleiner Dunstbläschen (§. 243.) befindet, werden, falls ihr eigenthümliches Gewicht mit dem der atmosphärischen Luft gleich ist, schwebend von ihr getragen. Haben sie ein gewisses Maximum der Dichtigkeit erreicht, so senken sie sich tiefer herab, werden aber, wenn die Region, in welche sie sich herabsenken, wärmer ist, als die obere, augenblicklich wieder in unsichtbare Dünste gelöst, ohne daſs Regen herabfällt. Durch ein solches Herabsinken wird die Luft, zwischen der untern Fläche der Wolken und der Erde, ihrem höchsten Grade der Feuchtigkeit näher gebracht, weil die Sonne durch die Wolken verdeckt, die untere Luft dadurch abgekühlt, und durch diese Abkühlung die Expansibilität des Wasserdunstes vermindert wird. Daher wird der Horizont in solchem Fall mit einemmal verdunkelt, und das Hygroscop zeigt einen hohen Grad der Feuchtigkeit an.

Der Regen.

§. 397.

Wenn die Temperatur der Atmosphäre nach und nach sich immer mehr vermindert, so ziehen sich die Dunstbläschen des mit der Luft verbundenen Wassers immer näher zusammen und es werden Tropfen daraus gebildet. Diese ziehen sich einander gegenseitig an, werden dadurch immer gröſser und fallen nun nieder. So entsteht hieraus diejenige Er-

scheinung, die wir Regen (*Pluvia*) nennen. So wie die Wolke entleert ist, klärt sich der Horizont wieder auf, die Sonne kommt wieder zum Vorschein, die durch den Regen abgekühlte Luft erwärmt sich wieder, und das Hygrometer zeigt auf Trockenheit. Beim Herabfallen des Regens bemerkt man stets Spuren von freier Elektricität, die bald + *E*, bald — *E* ist, ein Beweis, dafs die Elektricität, sowohl bei der Bildung als bei der Zersetzung der Wolken, eine Rolle spielt.

Staubregen. Platzregen. Gewitterregen.

§. 398.

Wenn die Wolken, aus deren Zersetzung der Regen hervorgehet, ganz nahe über der Oberfläche der Erde hinstreichen, so dafs die aus den Dunstbläschen gebildeten Tropfen, weil sie bald zur Erde gelangen, nicht Zeit haben, sich mit einander zu vereinigen und zu vergröfsern, so entsteht dasjenige, was man Staubregen zu nennen pflegt. Wenn dagegen die Zersetzung der Wolken in einer gröfsern Höhe erfolgt, so können sich, während dem Herabfallen, mehrere Tropfen mit einander vereinigen; sie durchdringen daher die unter ihnen ruhende Luft mit um so gröfsrer Geschwindigkeit und fallen in grofsen Tropfen oder vielmehr Strömen herab, die nun durch die Luft, welche sie durchschneiden müssen, in Tropfen zertheilt werden. Dieser Erfolg wird Platzregen genannt. Wenn die Zersetzung der Gewitterwolken in den obern Regionen der Atmosphäre sehr schnell

erfolgt, welches gemeiniglich mit der Entladung einer Gewitterwolke zu geschehen pflegt, so ergieſst sich der Regen in dicken Strömen, und in diesem Fall wird er Gewitterregen genannt.

Der Schnee.

§. 399.

Geschiehet die Bildung der Wolken bei einer Temperatur, die unter den Gefrierpunkt des Wassers hinabfällt, so erstarren die darin angehäuften Dunstbläschen zu überaus kleinen nadelförmigen Krystallen (§. 386.), die sich unter Winkeln von 60° bis zu 120° immer mehr zusammenhäufen, ähnlich den Nadeln des gefrierenden Wassers, und senken sich in diesem Zustande herab. Dieses Phänomen wird Schnee (*Nix*) genannt. Im Herabfallen ziehen sich mehrere dergleichen Krystalle einander an und bilden gröſsre Schneeflocken, welches besonders bei einer ruhigen Luft der Fall ist, wo die Krystalle nicht durch das Strömen der Luft zerstreut werden.

Der Hagel.

§. 400.

Wenn im Sommer die Sonne sich über dem Horizonte befindet und die Luft nicht so kalt ist, daſs die Wasserbläschen in derselben erstarren können, in den höhern Regionen der Atmosphäre aber mitunter eine starke Kälte erzeugt wird, so gefrieren die sich aus jenen Dunstbläschen gebildeten Wassertropfen zu Eis und fallen schnell in mehr oder

weniger grofsen Körnern herab. Dieser Erfolg wird Hagel oder Schlossen (*Grando*) genannt. Die Hagelkörner bestehen daher nicht aus geregelten Krystallen wie die Schneeflocken, und sie sind, selbst bei warmen Sommertagen, in der Regel so kalt, dafs das Wasser aus dem Dunstkreise, welches sich im Herabfallen daran ansetzt, zu Eis gefriert; aus welchem Grunde man daher auch, in jedem einzelnen Hagelkorn, einen weifsen durchsichtigen Kern eingeschlossen findet. Die Hagelkörner können daher zuweilen die Gröfse eines Hühnereies annehmen, wenn sie aus hohen Regionen herabfallen und einen langen Weg der mit Dünsten beladenen Atmosphäre durchschneiden. Dafs die schnelle Entstehung der Kälte, in den höhern Regionen des Dunstkreises, da wo der Hagel gebildet wird, einer Wirkung der Elektricität zuerkannt werden mufs, ist wahrscheinlich, aber noch nicht ganz gewifs.

Der Nebel.

§. 401.

Was man gewöhnlich Nebel (*Nebula*) nennt ist eigentlich nichts anders, als eine grofse zusammenhängende Wolke, nahe an der Oberfläche der Erde gebildet. Wenn die Wärme der Luft um einige Grade schneller als die des Erdbodens abgekühlt wird, während das Wasser des Erdreichs und der darauf befindlichen ausdünstenden Objecte fortwährend in Ausdunstung begriffen sind, so müssen die Dünste sich niederschlagen und in Dämpfe verwandeln, welche die Luft trüben, und diese Erschei-

nung ist es, welche Nebel genannt wird. Man findet daher, daſs die Bildung des Nebels über Sümpfen oder Wäldern oder anderm feuchten ausdunstenden Erdreich gemeiniglich eine Stunde vor dem Aufgange der Sonne oder einige Stunden nach dem Untergange derselben Statt findet. Er steigt entweder zu höhern Regionen empor, wenn die sichtbaren Dämpfe desselben, durch die Wärme der Sonne, zu unsichtbaren Dünsten gelöst werden; oder er fällt gleich einem Staubregen nieder. Geschiehet dieses Niederfallen bei einer sehr niedern Temperatur, wie im Frühjahr und im Herbst, so überziehet er Pflanzen, Bäume u. s. w. mit einem wollenartig krystallisirten Ueberzuge, ein Phänomen welches Reif (*Pruina*) genannt wird.

Der Thau.

§. 402.

Wenn das in Dunstform in der Luft enthaltene Wasser, durch eine Abkühlung derselben, so niedergeschlagen wird, daſs es sich nicht erst in Tropfen zusammenziehen kann, sondern gleich von irdischen Körpern angezogen wird, so wird dieses Phänomen Thau (*Ros*) genannt. Der Thau ist also nichts anders als Wasser, das durch die Wärme des Erdballs und der darauf lebenden Geschöpfe in Dünste gelöst worden war, die sich bei der Abkühlung wieder daraus niederschlagen. Die sich niederschlagenden Dämpfe werden dann von verschiedenen Körpern angezogen und verwandeln sich darauf zu tropfbar flüssigem Wasser (Thauwas-

ser), das also von jedem andern reinen Wasser durchaus nicht verschieden seyn kann. Wenn im Winter, bei einem eintretenden Wechsel der Windströme, der mit vielen Wasserdünsten beladene wärmere Wind einem vorausgegangenen kältern folgt, so schlagen sich die Dünste aus selbigem an Häusern, Mauern und Bäumen nieder; die dadurch befeuchtet werden; oft erstarret dieser Wasseranflug auf der Stelle zu Eis; dieses ist der Erfolg, von welchem man gewöhnlich zu sagen pflegt, die Kälte schlage in die Gebäude.

Regenwasser und Schneewasser.

§. 403.

Wenn das Regenwasser und der Schnee, so wie sie aus dem Dunstkreise herabfallen, in Gefäfsen aufgefangen werden, ohne vorher die Dächer und Dachrinnen zu berühren, so stellen sie in der Regel ein meist ganz reines Wasser dar. Dieses ist jedoch nur selten der Fall; denn eine genaue Untersuchung des Regenwassers lehrt, dafs solches zuweilen etwas atmosphärische Luft, zuweilen Salpetersäure und zuweilen selbst Hydrochlorinsäure gelöst enthält; welches auch um so weniger zu bewundern ist, da viele, selbst solche Materien im Dunstkreise gelöst enthalten seyn können, die man, wegen ihrer sonstigen Feuerbeständigkeit, nicht darin vermuthen sollte. Ob der Schnee freien Sauerstoff adhärirend enthält, wie Hassenfratz gefunden haben will, und ob er diesem eine zerstörende Kraft gegen organische Substanzen verdankt, wie gewöhnlich angenommen wird? dieses mufs fer-

nern genauern Untersuchungen überlassen bleiben. Im Anfange des Sommers, zur Zeit der Blüte vieler Pflanzen, führt das Regenwasser manche organische Substanzen mit sich, die von dem Samenstaube der blühenden Pflanzen abhängig sind, welcher in der Luft schwebte und von dem Regen eingehüllt wurde. Daher die Träumerei von Schwefelregen, von Blutregen u. s. w.

Gemeines Wasser.

§. 404.

Wenn das Wasser Gelegenheit findet, mit Salzen, mit Gummen und mit andern darin lösbaren Substanzen (§. 406.) in Berührung zu treten, so beladet dasselbe sich mehr oder weniger damit und wird dadurch verunreiniget. Man nennt ein solches Wasser in der Regel gemeines Wasser (*Aqua communis*). Nach seiner verschiedenen Natur, so wie nach seinen verschiedenen Bestandtheilchen, wird es in Quellwasser, in Flufswasser, in Seewasser und in Meerwasser unterschieden. Quellwasser, die sehr reich mit Kohlenstoffsäure und andern für die Gesundheit heilsamen Materien beladen sind, werden Mineralwasser oder Gesundbrunnen genannt.

Das Quellwasser.

§. 405.

Die Quellen scheinen ihre Entstehung gröfstentheils demjenigen Wasser zu verdanken, welches auf Höhen und Bergen aus dem Dunstkreise niedergeschlagen wird; theils demjenigen, welches

durch die wärmere, mit Dünsten beladene Luft der Thäler, der Seen und der sumpfigen Oerter erzeugt wird, indem sie an den Abhängen der Berge emporsteigt, daselbst abgekühlt wird und ihr Wasser in Gestalt des Thaues fortwährend ablagern muſs; endlich theils demjenigen Wasser, welches aus den Wolken, die sich um die hohen Punkte mehr anhäufen, daselbst als Regen abgelagert wird. Das auf solche Weise auf den Bergen sich versammelnde Wasser rinnet nun theils an ihrer Oberfläche herab und bildet Bäche; theils senkt es sich in die kleinen Klüfte hinab und ziehet sich in der Tiefe zusammen, wie man solches im Innern der Bergwerke deutlich wahrnehmen kann, wo man allerwärts das Herabfallen der Wassertropfen bemerkt, die sich in solchem Maſse anhäufen, daſs jenes Wasser (Tagewasser genannt) durch Pumpwerke gewältiget werden muſs. Durch das Gewicht der in den Klüften auf das untere Wasser drückenden Wassersäule presset sich jenes nach den Thälern und niederen Gegenden, durch Lagen von Sand und andere Erdgemenge hindurch, wobei es sich mehrere Kanäle aushöhlt, aus welchen es dann wieder hervorbricht und so die Quellen bildet. Dergleichen Quellen können daher dem Gebirge, aus welchem sie entspringen, bald sehr nahe liegen, bald können sie weit davon entfernt hervorströmen. Von diesen eigentlichen Quellen, die da, wo sie sich finden, immer zu Tage ausströmen, unterscheiden sich die gegrabenen Brunnen, in welchen sich das Wasser allmählig aus den benachbarten Erdschichten ansammelt; deren

Wasserspiegel daher auch immer nur sehr tief unter der Oberfläche des Bodens liegt, und deren erschöpftes Wasser sich auch allemal nur langsam wieder ersetzt.

§. 406.

Die Quellwasser zeigen eine Temperatur, die bald niedriger bald höher ist als die der Atmosphäre. Im ersten Fall werden sie kalte im zweiten werden sie warme Quellen genannt. Die Temperatur der kalten Quellen beträgt selten weniger als + 5° und steigt selten höher als + 10° Reaumur. Bei den warmen oder heifsen Quellen beträgt die Temperatur ihres Wassers + 25°, 50°, 60°, 70° bis 80° Reaumur; wovon die warmen Quellen zu Aachen, zu Karlsbad und in Island Beispiele geben. Die heifsen Quellen scheinen ihre hohe Temperatur benachbarten Vulkanen oder in Zersetzung begriffnen Kieslagern zu verdanken. Dergleichen sowohl kalte als heifse Quellwasser enthalten immer vielerlei salzige Materien gelöst und in den kalten ein vorwaltendes Mafs von Kohlenstoffsäure, die das Lösungsmittel für mehrere Salze mit erdiger und mit metallischer Basis bildet. Wenn daher die heifsen Quellen sich allmählig abkühlen und ein Theil ihrer Wässrigkeit verdunstet wird; oder wenn die kalten Quellen an der warmen Luft der Atmosphäre ausdunsten, so schlägt sich ein Theil der darin gelösten Substanzen daraus nieder und legt sich an andere Körper an, die man hineingehängt hat: eine Erscheinung, welche das Incrustiren oder Versintern derselben genannt wird; so wie man dergleichen aus solchen

Quellen für sich abgelagerte steinartig erhärtete Substanzen, Sinter zu nennen pflegt.

Anmerkung. Auf eine gleiche Weise sondert sich aus dem gewöhnlichen Brunnenwasser, in den Theekesseln u. s. w. nach und nach eine Rinde vom Kalk ab, welche den Boden und die Seitenwände überziehet, und von dem gemeinen Manne, gewöhnlich aber ganz unrichtig, Salpeter genannt wird. Man kann diesen Kalksinter aus kupfernen nicht verzinnten Theekesseln am besten hinwegschaffen, wenn man mit sechs Theilen Wasser verdünnte Hydrochlorinsäure (Salzsäure) hineingiefst und solche so lange darin läfst, bis sie gesättigt ist, auf welche Weise die Kalkkruste nach und nach völlig aufgelöst und hinweggeschaffet wird.

Das Flufswasser.

§. 407.

Wenn die Quellen ihr Wasser nach und nach fortwährend ausströmen, so bilden sich dadurch Bäche, und aus diesen entstehen nun Flüsse und Seen. Hier verliert das Wasser seinen Gehalt an Kohlenstoffsäure und mit ihr alle diejenigen Materien, die nur allein durch sie im Wasser gelöst erhalten werden konnten; daher kommt es, dafs das Flufswasser, wenn solches nicht durch andere Wege verunreinigt worden ist, allemal reiner und freier von einigen kohlensäurehaltigen Salzen ist, als Quell- und Brunnenwasser. Hierauf gründet sich auch der Unterschied zwischen hartem und weichem Wasser, den man zu machen pflegt. Hartes Wasser wird ein solches genannt, welches die im Wasser gelöste Seife zersetzt, sich, wenn es bis zum Sieden erhitzt wird, trübt, und in welchem Hülsenfrüchte sich nicht weich ko-

chen; welches daher weder zum Kochen der Speisen, noch zum Reinigen der Wäsche mit Seife brauchbar ist. Es verdankt jene Eigenschaft der ihm beiwohnenden, durch Kohlenstoffsäure gebildeten Salze mit erdiger Basis. Weiches Wasser wird dasjenige genannt, welches frei von jenen Salzen mit erdiger Basis ist; Flufswasser ist daher in der Regel ein weiches Wasser. Wer mit einem solchen harten Wasser zu kämpfen hat, kann solches in weiches Wasser umwandeln, wenn für jede 100 Pfund desselben etwa 4 Loth Pottasche darin gelöst werden.

§. 408.

Wenn das Wasser der sich gebildeten Seen keinen Abflufs findet und solches über einem mit vielen organischen Substanzen beladenen Grunde ruhet, so bilden sich dadurch stehende Wasser, die Sümpfe oder Moraste genannt werden, die, durch eine darin fortdauernde Fäulnifs vegetabilischer und animalischer Materien, stinkende Gasarten exhaliren und dadurch der Gesundheit der in ihrer Nähe wohnenden Menschen sehr nachtheilig werden können.

Anmerkung. Man hüte sich, in der Gegend solcher Sümpfe, in der Nähe von Torfmooren u. s. w., Lager aufzuschlagen, zu bivouaquiren u. s. w. Wechselfieber, so wie Ruhren und ein Heer anderer Krankheiten, womit Menschen und Pferde befallen werden, wird fast immer eine Folge davon seyn.

Das Meerwasser.

§. 409.

Aus den entstandenen Seen bilden sich nach und nach gröfsre Ströme, welche dasjenige Was-

Wasser, das nicht durch die Ausdünstung in die Luft übergeführt wird, nun dem Meere zuführen. Das Meer ist also ein grofses Wasserreservoir, welches den gröfstenTheil der Erdoberfläche ausfüllet und alle diejenigen Wasser in sich ansammelt, die ihm vom festen Lande zufliefsen; während seine grofse Oberfläche wieder, durch den Weg der Ausdünstung, einen Theil seines Wassers, befreiet von den darin gelösten salzigen Materien, dem Dunstkreise zuführt. Hierdurch mufs nothwendig ein steter Kreislauf veranlasset werden, wodurch das von dem Meere ausdunstende Wasser in den hohen Gegenden des festen Landes wieder verdichtet, darin als Regen oder Schnee herabgesenkt wird und so die Quellen, die Seen und die Flüsse und Ströme erzeugt, aus welchen solches wieder in das Weltmeer zurückfliefst. Das Meerwasser ist so reich mit Kochsalz und einigen andern darin gelösten Salzen beladen, das solche 3 bis 4 Procent seines Gewichts betragen; welche dasselbe zum Trinken unbrauchbar machen und solches vom süfsen Wasser unterscheiden. Jene Salzigkeit entstehet wahrscheinlich von tiefgelegenen Salzflözen, aus welchen das Salz nach und nach vom Wasser gelöst wird.

Reines Wasser, destillirtes Wasser.

§. 410.

Man reiniget das Wasser zu mehr als einem Zweck: entweder um solches als Trinkwasser brauchbar zu machen, oder um dasselbe von allen fremdartigen, nicht zu seinem Wesen gehörigen

Beimengungen zu befreien und es zum chemischen Gebrauch qualificirt zu machen. Im ersten Fall bedient man sich der Filtrirapparate. Man füllt ein trocknes aber reines Gefäſs mit abwechselnden Lagen von reinem Sande, gepülverter Holzkohle oder Thierkohle und Waschschwamm, die man von Zeit zu Zeit mit neuen abwechseln muſs; wodurch das Wasser zum Getränk sehr brauchbar gemacht werden kann. Soll solches aber chemisch rein dargestellt werden, so muſs man dasselbe einer Destillation unterwerfen.

(Scherer's allgem. Journ. der Chemie etc. 10. Bd. S. 411 etc. Gehlen's neues allgem. Journal der Chemie etc. 4. Bd. S. 449 etc.

§. 411.

Um mittelst der Destillation ein vollkommnes reines Wasser darzustellen, unterwirft man ein gutes nicht riechendes Quell- oder Brunnenwasser der Destillation aus einer kupfernen Destillirblase mit Helm und Kühlrohr von Zinn, noch besser aus einer gläsernen Retorte, und destillirt solches so weit über, bis nur noch der achte Theil rückständig ist. Hierdurch werden die reinen Wassertheile verflüchtigt, deren Dünste sich in der Vorlage wieder zur tropfbaren Flüssigkeit verdichten, und die fremdartigen salzigen Materien, welche darin gelöst enthalten waren, bleiben im Destillirgeräthe zurück. Was man in der Vorlage gewinnt, wird destillirtes Wasser (*Aqua destillata*) genannt und kann nun, zum chemischen Gebrauch, als ein sehr reines Wasser angewendet werden.

Beispiele.

a. Man vertheile eine Portion gewöhnliches Brunnenwasser in mehrere Weingläser und versetze dasselbe darin mit Kalkwasser, mit Kalilösung, mit Oxalsäure, mit schwefelsaurem Silber, mit salpetersaurem Baryt und alle diese Materien werden solches trüben, also das Daseyn fremder Stoffe andeuteu, die das Wasser gelöst enthält.

b. Man unterwerfe eine andere Portion desselben Brunnenwassers der Destillation in einer gläsernen Retorte, bis auf den achten Theil. Das erhaltene Destillat wird, mit den vorigen Prüfungsmitteln versetzt, keine Trübung erleiden, es muſs also durch die Destillation von den fremdartigen Bestandtheilen gänzlich befreiet worden seyn.

Fünfter Abschnitt.

Von den säurefähigen Elementen.

§. 412.

Unter den einfachern elementarischen Substanzen giebt es einige, welche, im gehörigen Verhältniſs mit dem Sauerstoff oder dem Wasserstoffe verbunden, oder auch mit beiden, den Karakter der Säuren annehmen, und diese werden säurefähige Elemente, so wie säurefähige Basen, oder säurefähige Substrate genannt. Von diesen säurefähigen Elementen kennt man zur Zeit neun wesentlich verschiedene Arten, nämlich: 1) den Kohlenstoff; 2) den Stickstoff; 3) die Chlorine; 4) die Jodine; 5) die Fluorine; 7) den Schwefel; 8) den Phosphor und 9) das Selen; aus deren Verbindun-

gen mit dem Sauerstoff, oder mit dem Wasserstoff, gehen die verschiedenen Säuren mit einfachen Substraten als Produkt hervor.

Erste Abtheilung.

Von dem Kohlenstoff.

§. 413.

Mit dem Namen Kohlenstoff (*Carbonium*) wird ein eigenthümliches Element bezeichnet, welches das Wesen einer jeden Art von Kohle (*Carbo*) ausmacht. Der Kohlenstoff ist noch nie absolut rein im Weltraume angetroffen worden, sondern stets mit andern Elementen mehr oder weniger innig verbunden. So findet sich der Kohlenstoff als ein stetiger Bestandtheil in allen organischen Erzeugnissen, und er erscheint in Gestalt der Kohle, wenn solche einer trocknen Destillation im verschlossenen Raume unterworfen werden, im Rückstande, während einige andere mit dem Kohlenstoff verbunden gewesene Materien, unter andern Verhältnissen mit einem Theil desselben verbunden, entweichen.

§. 414.

Am reinsten findet sich der Kohlenstoff im Demant, einem der seltensten und theuersten Juwele, das früher mit Unrecht zu den Steinen gezählt wurde. Diesem folgt der Graphit; dann die Kohlenblende; die Steinkohle; die Pflanzenkohle und die Thierkohle.

a) Der Demant (*Adamas*) findet sich, von der Natur gebildet, in den beiden Indien, vorzüglich in Golkonda und Visapour

und in Brasilien. So wie jenes Fossil gefunden wird, ist es krystallisirt und mit einer undurchsichtigen Rinde umhüllet. Seine Form ist entweder die eines Octaeders, oder von 48 dreiseitigen gekrümmten Flächen gebildet. Unter der Rinde erscheinen die Krystallen klar und durchsichtig, meist farbenlos, zuweilen aber farbig, wie hellgelb, citronengelb, hellbraun, dunkelbraun, rosenroth, grün, blau und schwarz. Der Demant besitzt ein eigenthümliches Gewicht von 3,500 bis 3,530. Er ist der härteste aller bis jetzt bekannten Körper, und kann daher nur durch seinen eigenen Staub geschliffen werden. Er besitzt unter allen festen Körpern die gröſste Brechbarkeit für das Licht. Er ist, in Gefäſsen eingeschlossen, vollkommen feuerbeständig; unter Mitwirkung der Luft geglüht, verbrennt er aber mit einem weiſsen Lichte vollkommen, unter denselben Erscheinungen wie jede andere reine Kohle und giebt auch dieselben Produkte. Er scheint daher den Kohlenstoff im reinsten Zustande darzustellen; wenigstens ist es bis jetzt noch nicht gelungen, andre Stoffe darin wahrzunehmen.

b) Graphit (*Graphites*), auch Reisblei und Plumbago, nennt man eine bleigraue, metallisch-glänzende Substanz, welche in verschiedenen Ländern in Vorgebirgen, vorzüglich im Granit, im Glimmer und im Thonschiefer, lagerweise gefunden wird. Sehr rein findet sich der Graphit in England, besonders bei Borrowdale in Cumber-

land; weniger rein, in zusammenhängenden groſsen Massen, mehr mit Thon gemengt, findet er sich auch in Spanien, in Frankreich, in Schweden und Norwegen, in Deutschland u. s. w. Der Graphit ist so weich, daſs er sich mit einem Messer leicht schneiden läſst, und, auf Papier gestrichen, leicht abfärbt. Deshalb wird er zur Fabrikation der ächten Bleistifte angewendet. In der Vermengung mit Thon werden daraus die Ipser oder Passauer Schmelztiegel (§. 56). verfertiget. Die gemeinste Sorte, in Pulverform, wird Eisenschwärze genannt und zum Schwärzen der eisernen Oefen angewendet. Der reine Graphit bestehet aus 95 Theilen Kohlenstoff und 5 Theilen Eisen. Er ist verbrennlich, obschon fast eben so schwer als der Demant, und läſst nach dem Verbrennen 7 bis 8 Procent eines Gemenges von Eisenoxyd mit einigen Erden zurück.

c) Die Kohlenblende (*Anthrazites*) ist ein der Steinkohle im Aeuſsern ähnliches Fossil, das in Ungarn, in Sibirien, in Italien, in Frankreich, in Norwegen und in Deutschland vorkommt. Seine Textur ist grobschiefrig. Seine Farbe ist schwarzglänzend, ähnlich der der verschwelten Steinkohlen. Es ist sehr spröde und färbt nicht ab. Es verbrennt nicht weniger schwer als der Graphit, und läſst nach dem Ausbrennen 8 — 10 Procent eisenoxydhaltigen Thon zurück. Ihrer Aehnlichkeit mit der Kohle ungeachtet, kann die Kohlen-

blende dennoch nicht als Brennmaterial benutzt werden.

d) Die Steinkohle. Was man Steinkohle (*Lithantrax; Carbo fossilis*) nennt, ist ein verbrennliches Fossil, das aus Kohle, aus Erdharz und aus Thon zusammengesetzt ist, zuweilen aber auch Schwefelkies eingesprengt hält. Nach ihrer verschiedenen Beschaffenheit und Textur u. s. w. werden die Steinkohlen in Pechkohle, in Stangenkohle, in Kennelkohle, in Schieferkohle, in Grobkohle und in Rufskohle unterschieden. Werden die Steinkohlen einer trocknen Destillation unterworfen, so gewinnt man das Kohlenwasserstoffgas, so wie kohlenstoffsaures Gas, ein zartes brenzliches Oel, eine Art Theer, und im Rückstande eine schwarz glänzende, dem Anthrazit ähnliche Substanz, welche von den Engländern mit dem Namen *Coaks* bezeichnet, in Deutschland hingegen, ganz mit Unrecht, abgeschwelte Steinkohlen genannt wird. Die Coaks brennen, ohne Rauch und Rufs zu bilden, und lassen zuletzt eine aus Thon- und Eisenoxyd gemengte Asche zurück.

e) Pflanzenkohle (*Carbo vegetabilis*) nennt man den schwarzen Rückstand, welcher übrig bleibt, wenn Holz oder andere vegetabilische Substanzen einer trocknen Destillation in verschlossenen Räumen unterworfen werden. Man gewinnt dabei in der Vorlage, unter Entwicklung von Kohlenwasserstoffgas und kohlenstoffsaurem

Gas, ein brenzliches theerartiges Oel, und eine mit brenzlichen Oeltheilen beladene essigartige Säure, welche Holzsäure genannt wird; alles Produkte, die durch die Einwirkung der Hitze und die Zerstörung der gummigen und harzigen Bestandtheile des Holzes gebildet worden sind. Was im Destillirgeräthe zurückbleibt, ist die Kohle. In den gewöhnlichen Kohlenschweelereien erleidet das Holz eine völlig gleiche Veränderung seiner Grundmischung.

f) Wenn Knochen, oder Hirschhorn, oder Elfenbein u. s. w. einer trocknen Destillation unterworfen werden, so gewinnt man in der Vorlage, unter Entwicklung von Kohlenwasserstoffgas und Stickstoffgas, Wasser, ein brenzliches Oel und Ammoniak, und der Körper bleibt in der Retorte, nach Beendigung der Arbeit, als eine schwarze Kohle zurück, welche Thierkohle (*Carbo animalis*) genannt wird.

§. 415.

Alle jene verschiedenen Kohlenarten enthalten ein gemeinschaftliches Prinzipium, nämlich den Kohlenstoff, von welchem sowohl ihre Brennbarkeit, als auch ihre anderweitigen ausgezeichneten Eigenschaften abhängig sind. Bevor wir aber jenes Element der Kohle näher erörtern, soll hier erst die Holzkohle selbst immer näher betrachtet werden. 1) Sie besitzt gemeiniglich noch die Form des Holzes, aus welchem sie gezogen worden ist. 2) Nach der verschiedenen Art des Holzes, woraus man sie zog, beträgt ihr Gewicht nur den dritten, den vierten, oft

nur den fünften Theil desjenigen, was das Holz vor der Verkohlung wog. 3) Sie erscheint als eine schwarze, harte, spröde, aber poröse Substanz, die, in verschlossenen Gefäſsen der Einwirkung des Feuers unterworfen, höchst feuerfest, weder schmelzbar noch flüchtig ist, unter Mitwirkung der atmosphärischen Luft hingegen, wenn sie völlig rein war, ohne Flamme aber unter Ausströmung des reinen Lichts verbrennt, und zuletzt 2 bis 4 Procent eines unverbrennlichen hellgrünen oder bräunlichen Rückstands übrig läſst, der ein Gemenge von Kali, von erdigen Theilen und von Metalloxyden ist und Asche (*Cinis*) genannt wird. 4) Die Kohle ist geschmacklos, geruchlos und unauflöslich im reinen Wasser. Sie ist einer der schlechtesten Leiter für die Wärme, hingegen ein guter Leiter für die Elektricität.

Beispiele.

a. Man lege gute trockne Kohle aus verschiedenen Holzarten, abgewogen und in kleine Stücke zertheilt, auf flache Schalen von Metall oder Porzellan und lasse sie über einem Ofen mit glühenden Kohlen allmälig verglimmen. Das Gewicht der davon übrigbleibenden Asche minus dem erlittenen Gewichtsverlust, wird die Masse der verbrennlichen Substanz anzeigen, die in jeder Art Kohle enthalten war.

b. Man übergieſse die Asche mit reinem Wasser, die Flüssigkeit wird bald Spuren von einem darin gelösten Alkali andeuten.

§. 416.

Die Holzkohle ist also kein einfacher Körper, sondern eine Verbindung von Kohlenstoff mit einigen andern Substanzen. Sie hat darin

Aehnlichkeit mit dem Graphit (§. 414. *b.*) und es ist wahrscheinlich, daſs sie, gleich jenem, eine Verbindung von Kohlenstoff und metallischem Eisen ausmacht, auſser dem Eisen, aber auch noch Kalium, so wie Alumium und Silicum in der innigsten Mischung, im Uebermaſs mit dem Kohlenstoffe verbunden enthält. Wenn man ganz frisch bereitete Holzkohle unter einer Glocke mit Luft einschlieſst, oder sie mit Wasser befeuchtet, so bemerkt man eine Temperaturerhöhung derselben, die in einer erfolgenden Oxydation der darin enthaltenen Metalle begründet zu seyn scheint; von welchen daher auch die hygroscopische Eigenschaft der Kohle abzuhängen scheint.

§. 417.

Die Holzkohle macht einen überaus wichtigen Gegenstand, rücksichtlich ihrer Unentbehrlichkeit zur Bereitung des Schieſspulvers, aus. Eine Kohle, die eine groſse Neigung besitzt, Wasser aus der Luft einzusaugen, wird diese Hygroscopeität auch anderweit dem Schieſspulver mittheilen; ein Umstand, auf welchen bisher noch gar nicht Rücksicht genommen worden ist; obgleich derselbe nicht weniger wichtig ist, als die Reinheit des dazu erforderlichen Schwefels und des Salpeters. Man kann daher die Brauchbarkeit einer Kohle zum Schieſspulver aus der Geringhaltigkeit der Asche beurtheilen, welche sie bei der damit vorgenommenen Einäscherung (§. 415.) zurückläſst. Es ist aber auch wahrscheinlich, daſs sie wesentlich verbessert werden kann, wenn man sie vorher mit reinem Wasser auslaugt und dann, vor dem Gebrauche zum Schieſs-

pulver, in verschlossenen Räumen nochmals ausglühet.

§. 418.

Eine sehr reine Kohle ist diejenige, welche man durch die Verkohlung des Korkholzes, der Rinde von der in Amerika wachsenden Korkeiche (*Quercus Suber*) gewinnt, so wie der Kienrufs oder Lampenrufs, welcher letztere insbesondere beim Verbrennen gar keinen Rückstand übrigläfst. Aber auch der Lampenrufs ist noch kein reiner Kohlenstoff; denn wenn er im Sauerstoffgas verbrannt wird, so giebt er (nach Davy) nicht so viel kohlenstoffsaures Gas, dafs das ganze Volum des ersten Gases dadurch ersetzt würde, wie solches beim Verbrennen des Demants der Fall ist. Dagegen wird bei einem solchen Verbrennen, selbst des vorher in verschlossenen Gefäfsen ausgeglüheten Lampenrufses, im trocknen Sauerstoffgas, immer etwas Wasser gebildet: welches beweiset, dafs jene Kohle, selbst im ausgeglüheten Zustande, noch eine kleine Spur von Wasserstoff gebunden hält. Es scheint daher, dafs im ausgeglüheten Lampenrufs der Wasserstoff eben so mit dem Kohlenstoff gesättigt ist, wie der Kohlenstoff im Graphit mit dem Eisen. Da 100 Theile reiner Graphit aus 95 Theilen Kohlenstoff und 5 Theilen Eisen zusammengesetzt sind (§. 414.), die Menge des Wasserstoffes aber, welche eine gleiche Sättigungs-Capacität wie das Eisen hat, also ein chemisches Equivalent für dasselbe abgiebt, (nach Berzelius) nur $\frac{1}{52}$ so viel als das Eisen wiegt, so folgt auch daraus, dafs der Kienrufs, um seinen

Wasserstoff in demselben Grade mit Kohlenstoff zu sättigen, als das Eisen im Graphit damit gesättiget ist, nur $\frac{1}{1000}$ seines Gewichts an Wasserstoff enthalten kann.

§. 419.

Die thierische Kohle (§. 414 *f.*), welche nach der trocknen Destillation der animalischen Körper zurückbleibt, ist von der Pflanzenkohle in der Grundmischung wesentlich verschieden. Sie enthält, aufser dem Kohlenstoffe, auch noch Phosphor und Schwefel, nebst Stickstoff, Natronium, Kalzium und Magnium. Die aus dem Hirschhorn dargestellte Kohle wurde vormals schwarz gebranntes Hirschhorn; die aus dem Elfenbein dargestellte, schwarz gebranntes Elfenbein, auch Spodium, genannt; sie ist aber von der, welche man durch das Verkohlen aller übrigen Thierknochen, so wie auch des getrockneten Bluts u. s. w. erhält, wesentlich nicht sehr verschieden. Im zart gepülverten oder geschlämmten Zustande stellt sie das sogenannte Frankfurter oder Pariser Schwarz dar. Wird eine abgewogene Portion ganz frisch bereiteter Thierkohle, unter Mitwirkung der Luft, ausgeglühet, so bleibt sie im völlig farbenlosen Zustande zurück, und der Rückstand wiegt 25 bis 30 Procent von dem Gewicht der Kohle, also sind 70 bis 75 Procent Kohlenstoff als verbrennliche Substanz entwichen. Der Rückstand wird weifsgebranntes Hirschhorn oder weifsgebranntes Elfenbein genannt. Er ist eine Verbindung von kohlenstoffsaurem Kalk, von phosphorsaurem Kalk, von schwefelsaurem Kalk,

phosphorsaurem Natron und phosphorsaurer Talkerde, ohne daſs freies Alkali darin wahrgenommen wird. Es scheint daher, daſs die Thierkohle als eine Verbindung von Phosphor-Kalzium, Phosphor-Natronium, Phosphor-Magnium und reinem Kalzium, im Uebermaſs mit Kohlenstoff und etwas Schwefelkalzium verbunden, angesehen werden muſs; wodurch solche sich hinreichend von der Pflanzenkohle unterscheidet.

Beispiele.

a. Eine Portion Hirschhorn oder Knochen glühe man, in einer bedeckten Probiertute eingeschlossen, wohl aus: die Substanz wird im verkohlten Zustande übrigbleiben.

b. Man unterwerfe die vorige Thierkohle einer Ausglühung, mit Berührung der Luft: sie wird als eine farbenlose Substanz übrigbleiben.

Besondere Eigenschaften der Kohle.

§. 420.

Sowohl die Pflanzenkohle als die Thierkohle haben die besondere Eigenschaft, farbige Flüssigkeiten zu entfärben, so wie faulig riechenden oder andern widrig riechenden Flüssigkeiten ihren stinkenden Geruch zu entziehen und selbst nicht nur thierische Körper vor der Fäulniſs zu schützen, sondern auch den Fortgang der schon eingetretenen Fäulniſs zu hemmen; nur muſs die Kohle zu einem oder dem andern dieser Zwecke, vorher in einem verschlossenen Geräthe recht gut ausgeglühet und zart gepülvert worden seyn. Die gröſste reinigende Kraft besitzt diejenige Kohle, wel-

che nach der Ausglühung eines Gemenges von getrocknetem Blut und Kali, nach dem Auslaugen desselben (z. B. bei der Fabrikation der Blutlauge) zurückbleibt.

Beispiele.

a. Man schüttle eine Portion durch Lackmufs blau gefärbtes Wasser mit gepülverter Pflanzen- oder Thierkohle: es wird bald davon entfärbt werden.

b. Schüttelt man faules, riechendes Wasser mit Kohle, so verliert es seinen stinkenden Geruch.

c. Gemeiner, sogenannter fuselig riechender Branntwein, mit Kohlenpulver geschüttelt, verliert auf der Stelle seinen stinkenden Geruch.

d. Faul gewordenes Fleisch, das man mit Kohlenpulver einreibt, wird dadurch wieder hergestellt.

§. 421.

Aus der Eigenschaft der Kohle, farbige Flüssigkeiten zu entfärben, faule riechbare Flüssigkeiten von ihrem widrigen Geruche zu befreien, und thierische Körper vor der Fäulnifs zu schützen, lassen sich für Militairpersonen viele und wichtige Vortheile ziehen; die in Folgendem begründet sind.

Beispiele.

a. Um widrig oder sumpfig riechendes Wasser zu reinigen und solches zum Trinkwasser vorzubereiten, kann man sich der von Smith und Cuchet angegebenen Filtrirmaschine bedienen. Da, wo man mit faulem stinkenden Wasser zu kämpfen hat, kann ein solcher, das Wasser zugleich reinigender und klärender Apparat folgendermafsen zusammengesetzt werden: Man läfst sich ein konisch geformtes Fafs (*Tab. II. Fig.* 25. *A.*) von Weifsbüchenholz anfertigen, das im Boden *B* mit einem hölzernen Zapfen versehen ist. *a* ist eine Lage von Waschschwamm;

b. eine Lage von reinem Sande; *c.* eine Lage Kohlenpulver; *d.* wieder eine Lage Sand. Der übrige Raum ist mit dem zu reinigenden Wasser gefüllet. Während das Wasser sich langsam durch den Sand und die Kohle hindurch seigert, fliefst solches aus dem Zapfen klar und vom übeln Geruche befreit ab. Man mufs jedesmal die Kohle von 24 Stunden zu 24 Stunden mit einer neuen Lage vertauschen, weil sie sonst die reinigende Kraft verliert.

b. Soll süfses Wasser auf Seereisen vor der Fäulnifs geschützt bleiben, so ist es hinreichend, in die Fässer, worin es aufbewahrt wird, eine Portion in einem verschlossenen Gefäfse gut ausgeglüheter Kohlen zu bringen.

c. Soll Fleisch vor der Fäulnifs geschützt bleiben, so ist es hinreichend, solches in hölzernen Fässern luftdicht einzuschlagen, und zwischen jede Lage des Fleisches eine 3 Zoll dicke Lage Kohlenpulver zu schichten. Stehet ein solches Fafs an Orten, wo die Temperatur 8 — 10° Reaum. nicht übersteigt, so kann das Fleisch 6 — 8 Monate lang aufbewahrt werden, ohne zu faulen. Dafs man die Kohle auch zum Pökelfleisch gebrauchen kann, versteht sich von selbst.

d. Füllet man die ausgewundene Bauchhöhle des Wildes (Rehe, Hirsche, Hasen etc.) mit Kohlenpulver, so kann solches, an einem kühlen Raume aufbewahrt, sehr lange vor der Fäulnifs geschützt werden.

Reiner Kohlenstoff.

§. 422.

Es ist bis jetzt von der Kohle als solcher geredet worden, d. i. als einem Produkte der Mischung des für sich nicht isolirt darstellbaren Kohlenstoffes mit mancherlei andern Substanzen. Es ist begreiflich, dafs die besondern Eigen-

schaften der reinen Kohle und ihre davon abhängenden Wirkungen, allein im Kohlenstoffe, als dem wesentlichsten Element der Kohle, begründet seyn müssen. Eben dieser Kohlenstoff ist es, der während dem Verbrennen der Kohle im Sauerstoffgas, so wie in der atmosphärischen Luft, mit dem Sauerstoffe in Mischung tritt und in dieser Verbindung gasförmig entweicht. Aber es ist noch nicht mit Gewiſsheit ausgemittelt, ob der Kohlenstoff in dem schwarzfärbenden Princip der reinen Kohle, z. B. des in verschlossenen Gefäſsen ausgeglüheten Lampenruſses, rein oder mit einem andern Wesen verbunden ist; daher die Meinungen darüber sehr von einander abweichen.

§ 423.

Wenn der Demant im reinen Sauerstoffgas verbrannt wird, so verzehrt er sich, unter Ausströmung eines weiſsen Lichts, vollkommen ohne Rückstand. Verlöscht man aber den brennenden Demant, bevor er ganz verzehrt ist, so erscheint seine Oberfläche mit einem schwarzen Pulver bedeckt, das sich ganz wie reine Kohle verhält. Hierauf gegründet, hat Cruikschank geschlossen, daſs die reine Kohle eine Verbindung von 64,3 Kohlenstoff und 35,7 Sauerstoff ausmache, folglich als ein Protoxyd oder Oxydül des Kohlenstoffes angesehen werden müsse. Allein Pepys und Dalton meinen, daſs der Demant von der reinen Kohle bloſs durch den Aggregatzustand verschieden sey. Biot und Arago glauben, (seiner das Licht brechenden Kraft zufolge), daſs der Demant $\frac{1}{5}$ Wasserstoff enthalte. Döbereiner hält ihn für eine Verbindung

bindung von 68,9 Kohlenstoff und 7,5 Sauerstoff. Man muſs es der Zeit überlassen, welche von jenen Meinungen sich als wahr begründen wird. Das Gewicht eines Atoms vom reinen Kohlenstoff setzt Berzelius = 75; das des Kohlendunstes = 38,218.

(Allen und Pepys in der *Biblioth. britannique*, Decemb. 1807. Doebereiner, in Schweigger's neuem Journal für Chemie und Physik. 16. Bd. S. 86 etc.)

Kohlenstoffoxydgas.

§. 424.

Der Kohlenstoff geht mit dem Sauerstoff gern und leicht in Mischung, und kann unter zwei verschiedenen Verhältnissen sich damit verbinden. Das erste Produkt dieser Verbindung enthält in 100 Gewichtstheilen (nach Berzelius) 43,32 Kohlenstoff und 56,68 Sauerstoff. Diese Verbindung hat bis jetzt nur allein im gasförmigen Zustande dargestellt werden können und wird Kohlenstoffoxydgas genannt. Man erhält jenes Gas, wenn man kohlenstoffsauren Baryt oder Strontit, mit Kohle gemengt, in einer pneumatisch-chemischen Geräthschaft einer starken Hitze unterwirft.

Beispiele.

a. Drei Theile zartgepülverten kohlenstoffsauren Baryt und einen Theil ausgeglühetem Lampenruſs, wohl unter einander gemengt, fülle man in eine kleine Retorte von Eisen oder von Steingut, verlängere den Hals derselben mit einem Gasentbindungsrohr, lege die Retorte in einen Ofen mit glühenden Kohlen umgeben, die Oeffnung des Gasentbindungsrohrs

placire man in einer mit Kalkmilch gefülleten Mittelflasche, und fange nun das sich entwickelnde Gas, wie gewöhnlich, unter reinem Wasser auf.

b. Nach Beendigung der Operation findet man die Kohle in der Retorte gröfstentheils verschwunden und den kohlenstoffsauren Baryt in Aetzbaryt umgewandelt. Hier hat sich die Kohlenstoffsäure des Baryts mit einer gröfsern Masse Kohlenstoff verbunden und ist dadurch in den Zustand des gasförmigen Kohlenstoffoxyds umgewandelt worden. Das Gewicht eines Atoms vom Kohlenstoffoxydgas setzt Berzelius = 88,218.

§. 425.

Das Kohlenstoffoxydgas zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Es ist farbenlos, geruchlos und geschmacklos; 2) es ist specifisch leichter als atmosphärische Luft und verhält sich zu dieser wie 0,96782 zu 1,000. 3) Seine specifische Wärme beträgt 1,034; gegen sein gleiches Volum atmosphärische Luft verglichen = 1,0805 und gegen ein gleiches Gewicht Wasser verglichen = 0,2884; 4) es ist nicht mit dem Wasser mengbar, wenigstens nimmt das Wasser nur $5\frac{1}{2}$ Procent seines Umfanges davon auf, wenn es damit geschüttelt wird. 5) Es ist nicht vermögend, die Verbrennung eines Körpers zu unterhalten; es ist aber selbst brennbar, wenn es in der Vermengung mit atmosphärischer Luft oder mit Sauerstoffgas entzündet wird. Es verbrennt dann mit einer blauen Flamme. Zwei Volum Kohlenstoffoxydgas und ein Volum Sauerstoffgas vereinigen sich vollkommen, und es wird kohlenstoffsaures Gas gebildet; 6) werden 100 Volum Kohlenstoffoxydgas und 40 Volum Sau-

erstoffgas mit einander gemengt, so vermindert sich das Gasgemenge bis auf 93½ Volum, und der Rest ist kohlenstoffsaures Gas, ohne daſs Wasser dabei gebildet wird. 7) Jenes Gas ist nicht vermögend, das Leben der Thiere zu unterhalten. Menschen und andere Thiere, die man in dieses Gas bringt, werden sogleich betäubt und getödtet. Um jenes Gas zu erzeugen, nehmen 100 Theile Kohlenstoff 132,666 Theile Sauerstoff auf.

Beispiele.

a. In eine mit Kohlenstoffoxydgas gefüllete gläserne Flasche tauche man einen brennenden Wachsstock: er wird sogleich verlöschen; an der Oeffnung aber, wo die atmosphärische Luft Zutritt hat, wird das Gas mit einer blauen Farbe brennen.

b. Man menge in einem Glase, in dem klares Kalkwasser befindlich ist, 5 Volumtheile Kohlenstoffoxydgas mit 2 Volum Sauerstoffgas und nähere dem Gemenge ein brennendes Licht: es wird sich sogleich entzünden und mit einer blauen Flamme abbrennen. In der Flüssigkeit wird kohlenstoffsaurer Kalk zn Boden fallen.

c. Man setze in ein mit jenem Gas gefülltes Glas einen Vogel, eine Maus u. s. w.: das Thier wird auf der Stelle getödtet werden.

§. 426.

Das Kohlenstoffoxydgas wird immer da gebildet, wo Kohlen brennen und nicht Sauerstoffgas genug vorhanden ist, um den Kohlenstoff vollkommen sättigen zu können; daher bildet sich solches, wenn ein Becken mit glühenden Kohlen in ein verschlossenes Zimmer gebracht wird, und verdirbt die Luft im Zimmer dergestalt, daſs Menschen und Thieren dadurch übel wird, sie Er-

brechen bekommen und der Gefahr ausgesetzt sind, augenblicklich apoplectisch zu sterben. Ein Theil jenes Gases verbreitet sich im Raume des Zimmers, ein anderer Theil verbrennt und bildet die schwache blaue Flamme, welche man über sanft brennenden Kohlen stets gewahr wird.

Kohlenstoffsaures Gas.

§. 427.

Wenn der Kohlenstoff in einem Gewichtsverhältniſs von 27,65 zu 72,35 mit dem Sauerstoff in Mischung tritt, so gehet daraus eine eigenthümliche gasförmige Säure hervor, die kohlenstoffsaures Gas genannt wird. Weil aus der Erfahrung bekannt ist, daſs 100 Maſs Sauerstoffgas, wenn reine Kohle bis zur Sättigung des Sauerstoffes darin verbrannt wird, sein Volum nicht ändert: so ergiebt sich daraus, daſs das Mehrgewicht des gebildeten kohlenstoffsauren Gases allein in dem Kohlenstoffe begründet ist, der sich mit dem Sauerstoff verbunden hat. Da aber 100 Theile Kohlenstoff 65,23 Sauerstoff aufzunehmen vermögend sind, so ergiebt sich hieraus das oben angegebene Verhältniſs von 72,64 Sauerstoff in der Kohlenstoffsäure. Das Gewicht eines Atoms der Kohlenstoffsäure setzt Berzelius = 138, 218.

§. 428.

Um kohlenstoffsaures Gas darzustellen, kann man solches aus Kohlenstoff und Sauerstoff erzeugen. Eine solche Erzeugung findet allemal da Statt, wo kohlenstoffhaltige Kör-

per (wie Holz, Kohle, Wachs- und Talglichter, Oel, Weingeist etc.) in reinem Sauerstoffgas oder in atmosphärischer Luft verbrannt werden. Selten geschiehet aber die Verbrennung so vollständig, daſs das erzeugte kohlenstoffsaure Gas nicht zugleich mit Kohlenstoffoxydgas gemengt seyn sollte. Am sichersten erreicht man den Zweck, wenn das Sauerstoffgas über, in einem Rohr von Metall oder Porzellan eingeschlossene, Kohlen, im glühenden Zustande derselben, hindurch geleitet wird, wobei das Sauerstoffgas verschwindet und kohlenstoffsaures Gas erzeugt wird; dagegen von den Kohlen nur ein wenig Asche übrigbleibt.

Beispiele.

a. Man fülle eine etwas geräumige, mit einem Hahn verbundene Rindsblase, mit reinem Sauerstoffgas. Man fülle ferner ein im Innern um 5 – 6 Linien weites Rohr von Porzellan mit reiner, in kleine Brocken zerstückelter Holzkohle und placire dasselbe in den (*Tab. II. Fig.* 13.) angegebenen länglichen viereckigen Ofen. Die obere Oeffnung des Rohrs verbinde man mit dem Hahn der Blase; die entgegengesetzte aber mit einem Gasentbindungsrohr, das mit seiner Ausgangsöffnung unter den Trichter der pneumatischen Wanne geleitet ist.

b. Wenn alles so vorgerichtet ist, fülle man den Ofen mit glühenden Kohlen an. Wenn das Rohr roth glühet und keine Luftblasen mehr entwickelt werden, öffne man den Hahn und leite das Sauerstoffgas, indem man die Blase sanft drückt, nach und nach durch das glühende Rohr hindurch. Man fange das sich entwickelnde Gas in mit Wasser gefülleten Flaschen auf: es wird sich als kohlenstoffsaures Gas repräsentiren.

§. 429.

Die Kohlenstoffsäure kommt aufserdem theils gasförmig, theils concret und an verschiedenen Basen gebunden (z. B. an Kalk, im Marmor, in der Kreide, im Kalkstein, in den Austerschalen u. s. w.), reichlich verbreitet im Weltraume vor, und die letztgenannten Substanzen insbesondere sind dazu geeignet, um das kohlenstoffsaure Gas im reinen Zustande daraus zu entwickeln, wenn man sie entweder einer Ausglühung in pneumatischen Geräthschaften unterwirft, oder wenn sie in nicht flüchtigen Säuren aufgelöst werden.

Beispiele.

a. Man übergiefse in einer Gasentbindungsflasche (*Tab. II. Fig.* 14.) eine beliebige Portion zartgepülverten Marmor oder Kreide etc. mit Schwefelsäure, die mit 6 — 7 Theilen Wasser verdünnet ist. Man lasse erst einen Theil des sich entwickelnden Gases entweichen und leite die Oeffnung des Entbindungsrohrs unter den Trichter der pneumatischen Wanne. Der Marmor löst sich nach und nach in der Säure mit Schäumen auf, das sich entwickelnde Gas steigt durch das Wasser in den Trichter empor und kann nun in mit Wasser gefülleten Flaschen aufgefangen werden.

b. Zur Erklärung dieses Phänomens ist zu bemerken, dafs der Marmor eine Verbindung von Kalk und Kohlenstoffsäure war. Die Schwefelsäure verbindet sich mit dem Kalk und die Kohlenstoffsäure wird entwickelt und erscheint nun gasförmig.

Eigenschaften des kohlenstoffsauren Gases.

§. 430.

Das kohlenstoffsaure Gas ist eine gasförmige Säure, die sich durch folgende Eigenschaften auszeichnet: 1) Es kann weder durch die Kälte, noch durch Compression, in eine concrete Form übergeführt werden. 2) Seine specifische Dichtigkeit verhält sich zu der der atmosphärischen Luft (nach Biot) wie 1,51961 : 1,000. 3) Seine das Licht brechende Kraft verhält sich gegen die der atmosphärischen Luft wie 1,00476 : 1,000. 4) Seine specifike Wärme beträgt 1,2583, und mit einem gleichen Gewicht atmosphärischer Luft verglichen 0,828, und mit einem gleichen Gewicht Wasser verglichen 0,221. Da das kohlenstoffsaure Gas etwas über anderthalbmal dichter ist als atmosphärische Luft, so senkt es sich im Dunstkreise zu Boden und füllet am meisten die tiefgelegenen Räume aus. 6) Lebende Thiere werden darin getödtet und brennende Lichter erlöschen darin; es ist also weder zur Unterhaltung der Respiration noch der Verbrennung brauchbar. 7) Wird etwas davon eingehaucht, so empfindet man einen stechenden, säuerlichen Geschmack und ein krampfhaftes Zusammenziehen der Lunge. 8) Hängt man einen mit Wasser befeuchteten Streif blaues Lackmuſspapier in ein Gefäſs mit kohlenstoffsaurem Gas, so wird es bald geröthet; wenn es aber getrocknet wird, so kommt die blaue Farbe wieder hervor. 9) Wird jenes Gas mit reinem Wasser geschüttelt, so nimmt dieses

mehr als sein gleiches Volum davon in sich und wird dadurch in eine schwache Säure (liquide Kohlenstoffsäure) umgewandelt.

Beispiele.

a. In einen gläsernen, mit kohlenstoffsaurem Gas gefülleten Cylinder bringe man einen brennenden Wachsstock: er wird auf der Stelle erlöschen.

b. Ein lebendes Thier (ein Vogel, eine Maus), das man hineinsetzt, wird ängstlich athmen und bald darauf sterben.

c. Man fülle zwei nicht zu enge Glascylinder, von gleichem Voluminhalt, den einen mit atmosphärischer Luft, den zweiten mit kohlenstoffsaurem Gas. Man stürze nun den ersten mit seiner Oeffnung über die des zweiten und kehre beide dann um. Das kohlenstoffsaure Gas wird in den untern Cylinder hinabfallen und die atmosphärische Luft wird in den obern hinaufsteigen.

d. Man gieſse das in einem Cylinder befindliche Gas über ein brennendes Licht: es wird sogleich erlöschen.

§. 431.

Da das kohlenstoffsaure Gas täglich und stündlich im Weltraume theils erzeugt wird, (wie beim Verbrennen aller kohlenstoffhaltigen Körper, bei der Bier-, Wein- und Branntweingährung, bei der Respiration der Thiere), theils ausgesondert wird, (wie beim Brennen des Kalks), und da solches specifisch dichter als atmosphärische Luft ist: so findet es sich an tief gelegenen Orten, in Kellern, in den Schächten der Bergwerke, in Minengängen u. s. w. fast beständig, mehr oder weniger häufig, gegenwärtig. In solchen Räumen erlöschen

daher brennende Lichter, und Menschen und andere Thiere werden darin getödtet.

Beispiele.

a. In einem Keller, wo Bier oder Most in Gährung befindlich ist, füllet sich der ganze Raum so sehr mit kohlenstoffsaurem Gas an, dafs brennende Lichter sogleich darin erlöschen und Menschen darin betäubt werden.

b. In der *Grotta del Cane* bei Neapel, so wie in der Dunsthöhle bei Pyrmont, können Menschen sich ohne Nachtheil bewegen, aber kleinere Thiere werden augenblicklich darin getödtet, weil nur die untern Schichten mit kohlenstoffsaurem Gas angefüllet sind.

c. Alte tiefe Brunnengewölbe sind oft dergestalt mit kohlenstoffsaurem Gas angefüllet, dafs Menschen, die hinabsteigen, auf der Stelle betäubt niederfallen, und brennende Lichter, die hineingeleitet werden, sogleich erlöschen.

d. Man lasse die Luft, welche der Mensch während der Respiration aushaucht, in ein Gefäfs mit Wasser treten: sie wird brennende Kerzen, die hineingetaucht werden, sogleich verlöschen und hinzugegossenes Kalkwasser wird getrübt werden.

§. 432.

Wenn man einen mit kohlenstoffsaurem Gas gefülleten gläsernen Cylinder mit seiner Oeffnung in ein Gefäfs mit Kalkmilch (mit Wasser gelöschten Kalk) stellt, so saugt er nach und nach das Gas ein und die Flüssigkeit steigt im Glanz empor. Eben diese Wirkung leistet die Seifensieder-Lauge: sie saugen das kohlenstoffsaure Gas ein, und vernichten seinen gasförmigen Zustand. Man kann daher die Kalkmilch und die Seifensiederlauge benutzen, um

die Kohlenstoffsäure aus solchen Räumen hinwegzuschaffen und ihre Gefahr für das Leben der Menschen zu vernichten. Man überzeugt sich vom Daseyn des kohlenstoffsauren Gases in einem solchen Raume, wenn ein hinabgeleitetes Licht sogleich verlöscht. Man schaffet das Gas daraus hinweg, indem man Bündel von Stroh, mit frisch bereiteter Kalkmilch oder mit Seifensieder-Lauge tränkt, und solche dann, an Stricke gebunden, in dem Raume so lange auf und nieder ziehet, bis ein hinabgesenktes Licht brennend bleibt; da nun auch ein Mensch, ohne Gefahr darin leben kann. Eben so kann man in Lazarethanstalten oder andern Räumen, wo viele Menschen zusammen leben und durch die Respiration kohlenstoffsaures Gas aushauchen, solches hinwegschaffen, wenn man mit dem vierten Theil seines Gewichts Wasser bis zum Zerfallen gelöschten Kalk in flachen Gefäſsen unter die Betten stellt. In allen diesen Fällen wird das kohlenstoffsaure Gas absorbirt und dem Zutritte der reinen atmosphärischen Luft Gelegenheit gegeben.

§. 433.

Wenn man völlig reines Wasser in einem Gefäſse mit kohlenstoffsaurem Gas schüttelt, so wird es vom Wasser eingesaugt und wandelt sich in eine schwache Säure um. Ein solches mit Kohlenstoffsäure geschwängertes Wasser wirkt nun als ein Auflösungsmittel für verschiedene Erden und Metalloxyde, die im reinen Wasser nicht lösbar sind. Auf solche Weise kann man sogenannte Mineralwasser, die immer reich mit Kohlenstoffsäure beladen

sind, der Natur nachahmen und auf einem künstlichen Wege darstellen, wenn man das Wasser vorher mit kohlenstoffsaurem Gas sättiget, und dann die übrigen ihm zukommenden Bestandtheile darin auflöst. Um das Wasser mit Kohlenstoffsäure zu schwängern, hat man mehrere Verfahrungsarten ausgedacht: wie die Parkersche Geräthschaft, die Bewegung des Wassers durch Quirl und Druck u. s. w. Man erreicht aber den Zweck am einfachsten, wenn man eine Glasflasche mit Wasser füllet und so viel kohlenstoffsaures Gas hineintreten läfst, dafs solches den anderthalbfachen Raums des noch darin befindlichen Wassers einnimmt, nun die Flasche verstopft schüttelt, sie von Zeit zu Zeit öffnet und wieder schüttelt, da dann das Gas nach und nach ganz mit dem Wasser in Verbindung tritt.

Beispiele.

a. Der früher von Nooth erfundene und später von Parker verbesserte Apparat (*Tab. II. Fig.* 26.) bestehet aus 3 Gefäfsen von Glas, von welchen das untere (*a*) flach und breit ist und als Träger dienen kann. Es ist dazu bestimmt, die zum Entwickeln des kohlenstoffsauren Gases bestimmten Materien, Marmor und verdünnte Schwefelsäure, aufzunehmen. Das sich entwickelnde Gas steigt durch ein Rohr (*b*), in welchem eine sich aufwärts öffnende Klappe in das Gefäfs (*c*) reicht, welches mit reinem Wasser $\frac{4}{5}$ voll gefüllet ist; woraus man das Wasser, wenn es mit der Kohlenstoffsäure gesättiget ist, durch den seitwärts angebrachten Hahn ablassen kann. Der Schnabel des obersten Gefäfses (*d*), welches mit einem Stöpsel verschlossen werden kann, taucht in das Wasser in (*c*). Wenn nun die Gasentwickelung angehet, so steigt das Gas im Wasser des mittlern Gefäfses empor und wird hier vom Wasser ein-

gesaugt, und was entweicht, tritt in den Theil des Wassers in (*d*) empor, welches, indem es auf die Gasschichte drückt, ihre Verbindung mit dem Wasser begünstiget.

b) In eine gläserne Flasche (*Tab. II. Fig.* 27.), die 3 Berliner Quart fasset, gieſse man $1\frac{1}{4}$ Quart Wasser, verschlieſse ihre Oeffnung mit einem Stöpsel, kehre sie senkrecht um und bemerke den Wasserstand durch das Zeichen *x*. Man fülle sie nun voll Wasser und lasse so lange kohlenstoffsaures Gas hineintreten, bis das Wasser an das Zeichen *x* daraus verdrängt ist. Man verschlieſse sie nun umgekehrt unter Wasser und schüttle sie einige Minuten lang. Man öffne dann den Stöpsel, um atmosphärische Luft hineintreten zu lassen, verschlieſse sie aufs neue und wiederhole das Schütteln: eine Operation, die noch viermal wiederholt werden muſs; und das Wasser ist nun mit Kohlenstoffsäure gesättigt.

c. Soll jenes kohlenstoffsaure Wasser in ein künstliches Selterwasser umgewandelt werden, so setze man 60 Gran kalzinirtes Natron hinzu und schüttle die Flasche verstopft, bis zu dessen Auflösung. Nun gieſse man die Flüssigkeit in eine Selterwasserflasche, die davon voll werden muſs. Man setze nun so viel reine Hydrochlorinsäure (Salzsäure) zu, als erforderlich ist, 50 Gran des Natrons zu neutralisiren; verstopfe die Flasche und verwahre sie an einem kühlen Orte. Der Inhalt wird vom natürlichen Selterwasser nicht zu unterscheiden seyn. Man kann sich auf solche Weise in einem Tage über 200 Flaschen Selterwasser bereiten.

Kohlenwasserstoff. Kohlenwasserstoffgas.

§. 434.

Wenn trockne organische Substanzen des Pflanzen- und Thierreichs einer trocknen De-

stillation in pneumatisch-chemischen Geräthschaften unterworfen werden, so gewinnt man, aufser einer sauren oder ammonialischen Flüssigkeit und einem brenzlichen Oel, ein entzündliches Gas, gemeiniglich mit Kohlenstoffoxydgas und reinem Wasserstoffgas gemengt, das seinem Wesen nach ein gasförmiges Produkt der Mischung aus Kohlenstoff und Wasserstoff ausmacht und aus dem Grunde Kohlenwasserstoffgas genannt wird. Der Wasserstoff kann sich aber unter zwei verschiedenen Verhältnissen mit dem Kohlenstoffe verbinden und hieraus gehen denn auch zwei verschiedene Produkte hervor: nämlich ein Protokohlenwasserstoffgas und ein Perkohlenwasserstoffgas; welche allein durch den gröfseren oder kleineren Gehalt des Wasserstoffes zum Kohlenstoffe von einander abweichen.

Protokohlenwasserstoffgas.

§. 435.

Das Protokohlenwasserstoffgas (*Gas pro-carbonetum hydrogenii. Gas carbonetum-bis hydrogenicum*), in seinem reinen Zustande gedacht, ist, nach der von Berzelius gegebenen Proportional-Bestimmung, aus 75,17 Kohlenstoff und 24,33 Wasserstoff, oder, in runder Zahl ausgedrückt, aus 75 Kohlenstoff und 25 Wasserstoff zusammengesetzt. Man gewinnt dasselbe, wenn man das Gas, welches man erhält, wenn trockne organische Substanzen trocken destillirt werden, durch das Waschen mit Kalkmilch, von dem damit gemengten kohlenstoffsauren

Gas getrennt, das übrige Gas nun durch ein glühendes Rohr von Eisen oder Porzellan hindurchleitet, und zuletzt das noch damit gemengte Kohlenstoffoxydgas, durch das Sperren über Kaliummetall, daraus hinwegnimmt. Das Gewicht eines Atoms von jenem Protokohlenwasserstoffgas wird durch Berzelius auf 87,76 festgestellt. Ein ähnliches Gas wird oftmals in den Klüften der Steinkohlenflöze angesammelt, wo es sich im Zustande der Compression verweilt und bei der Annäherung ein brennendes Licht mit Explosion anzündet. Hier zeigt Davy's Schwadenlampe (§. 370.) ihre vorzüglichsten Dienste.

Beispiele.

a. Es sey (*Tab. II. Fig.* 28.) *a* eine Retorte von Eisen oder von Steingut mit etwas langem Halse. Die Retorte sey mit gepülverten reinen kiesfreien trocknen Steinkohlen angefüllet und das äußerste Ende ihres Halses in die weitere Oeffnung *b* einer gläsernen Kugel *c* mit zwei Oeffnungen luftdicht befestiget. Aus der zweiten Oeffnung der Kugel *d* erhebt sich ein heberförmig gebogenes Rohr von Glas *e*, das mit seinem langen Schenkel in die eine Oeffnung einer mit drei Oeffnungen versehenen Flasche *f* befestigt ist, die man $\frac{7}{8}$ ihres Raums mit dünner Kalkmilch angefüllet hat und das bis auf den Boden derselben hinabreicht. Die mittlere Oeffnung sey mit einem Stöpsel verschlossen, die dritte hingegen mit einem Gasentbindungsrohr, das mit seinem Ende unter den Trichter einer pneumatischen Wanne geleitet ist.

b. So vorgerichtet, erhitzt man nun die Retorte in einem Ofen durch glühende Kohlen nach und nach. Die Destillation beginnt sehr bald, die tropfbaren Flüssigkeiten verdichten sich in der Kugel, das

Gas steigt hingegen durch die Kalkmilch in die Mittelflasche hindurch und entweicht von da durch den Trichter der pneumatischen Wanne, wo solches nun in mit Wasser gefülleten Flaschen aufgefangen werden kann. Was in der Retorte zurückbleibt, ist der sogenannte Coaks (§. 414. *d.*) d. i. abgeschwelte Steinkohle.

c. Man fülle nun das gesammelte Gas in eine grofse Blase, die mit einem Hahn versehen ist, verbinde diesen mit einem eisernen oder porzellanenen Rohr von 5 bis 6 Linien Weite, während das entgegengesetzte Ende desselben mit einem Gasentbindungsrohr verbunden ist, das sich unter dem Trichter der pneumatischen Wanne öffnet. Man erhitze das Rohr in einem Ofen zum Rothglühen und lasse nun das Gas aus der Blase langsam hindurchstreichen, nachdem man vorher die atmosphärische Luft hat entweichen lassen. Man sammle das sich entwickelnde Gas (am besten über Quecksilber); und, um es vom noch eingemengten Kohlenstoffoxydgas zu reinigen, sperre man solches über etwas Kaliummetall. Das so erhaltene Gas ist, bis auf eine geringe Beimengung von reinem Wasserstoffgas, ein reines Protokohlenwasserstoffgas.

Sumpfluft.

§. 436.

Jenes Gas findet sich fertig gebildet im Weltraum, in moorigen Sümpfen und andern stehenden Wassern mit moorigem Grunde, in welchen organische Substanzen in einer von selbst erfolgenden Zersetzung begriffen sind. Dasselbe entwickelt sich in Gasblasen, wenn der Grund umgerührt wird, und kann nun in mit Wasser gefülleten, mit der Oeffnung darüber gehaltenen Flaschen aufgefangen werden. Jenes Gas ist immer

mit kohlenstoffsaurem Gas, zuweilen auch mit etwas Phosphorwasserstoffgas gemengt, von welchen solches durch das Waschen mit Kalkmilch befreiet werden kann. Es stellt in diesem Zustande ein ziemlich reines Kohlenwasserstoffgas dar, welches, wegen der Art seiner Gewinnung, Sumpfluft genannt wird. Die Bildung jenes Gases in sumpfigen Wassern enthält den zureichenden Grund, warum in warmer Jahreszeit sich immer kleine Gasblasen daraus erheben, die bei der Annäherung eines brennenden Lichtes sich entzünden, und deren Entwickelung durch das Umrühren des Sumpfes vermehrt werden kann.

Anmerkung. Weder mit diesem noch mit dem vorigen darf dasjenige Gas verwechselt werden, welches man gewinnt, wenn mittelst des (*Tab. II. Fig.* 13.) beschriebenen und abgebildeten Apparates die Dämpfe des kochenden Wassers über glühende Kohlen hingeleitet werden. Dieses Gas enthält nur 5 Procent seines Volums an wirklichem Kohlenwasserstoffgas, außerdem aber 25 Procent Kohlenstoffoxydgas und 70 Procent reines Wasserstoffgas.

Eigenschaften des Protokohlenwasserstoffgases.

§. 437.

Das reine Protokohlenwasserstoffgas zeichnet sich, in seinen physischen und chemischen Eigenschaften, folgendermaſsen aus: 1) dasselbe besitzt einen eigenen unangenehmen Geruch; 2) seine specifische Dichtigkeit verhält sich, zu der der atmosphärischen Luft, wie 0,57072 : 1,000; es ist also specifisch leichter als atmosphärische Luft, aber specifisch dichter

als

als reines Wasserstoffgas; 3) seine lichtbrechende Kraft verhält sich zu der der atmosphärischen Luft wie 2,0927 : 1,000; 4) es ist weder vermögend die Respiration, noch die Verbrennung zu unterhalten; 5) mit atmosphärischer Luft oder mit Sauerstoffgas gemengt, verbrennt es hingegen mit einer blauen schwachen wenig leuchtenden Flamme; 6) mit dem Wasser ist es so schwer mengbar, daſs 14 Volum Theile Wasser nur 1 Volum Gas verschlucken; 7) es besitzt weder saure noch alkalische Eigenschaften; 8) wird ein Volum dieses Gases, mit 2 Volum Sauerstoffgas gemengt, entzündet, so wird Wasser gebildet und 1 Volum kohlenstoffsaures Gas wird erzeugt, das zurückbleibt; 9) werden wiederholt elektrische Schläge durch das Proto-Kohlenwasserstoffgas hindurchgeleitet, so setzt es Kohle ab und dehnt sich zu seinem doppelten Volum reinem Wasserstoffgas aus. Ein gleicher Erfolg findet Statt, wenn jenes Gas eine Zeit lang durch ein glühendes Rohr (vor- und rückwärts) geleitet wird.

Perkohlenwasserstoffgas. Oelbildendes Gas.

§. 438.

Wenn der Kohlenstoff in einem gröſsern Verhältniſs mit dem Wasserstoffe in Mischung tritt, d. i. im Verhältniſs von 85 : 15 des letztern, so gehet daraus ein gasförmiges Fluidum hervor, welches Perkohlenwasserstoffgas (*Gas percarbonetum hydrogenii*) oder auch ölbildendes Gas (*Gas oleiferum*) genannt wird. Am reinsten ge-

winnt man dieses Gas durch die Erhitzung eines Gemenges von 4 Theilen concentrirter Schwefelsäure mit einem Theil Alkohol, in einer pneumatisch-chemischen Geräthschaft. Hier entziehet der Sauerstoff der Schwefelsäure dem Alkohol einen Theil seines Wasserstoffes, um Wasser zu erzeugen, wodurch das abgeänderte Mischungsverhältniſs des übrigen Kohlenstoffes mit dem noch vorhandenen Wasserstoffe, als Perkohlenwasserstoffgas entwickelt wird. Das sich entwickelnde Gas ist zuweilen mit schwefligsaurem Gas, auch wohl mit etwas kohlenstoffsaurem Gas vermengt, daher solches durch Kalkmilch gereinigt werden muſs. Das Gewicht eines Atoms desselben, setzt Berzelius = 100,20.

Beispiele.

a. In einem gläsernen Kolben mache man ein Gemenge von 4 Theilen höchst concentrirter Schwefelsäure und einem Theil Alkohol, indem man den Alkohol nach und nach tropfenweise in die Säure bringt. Man verschlieſse die Halsöffnung des Kolbens mit einem Stöpsel, durch welchen der eine Schenkel eines heberförmigen Rohrs befestigt ist, während der zweite Schenkel in eine mit Kalkmilch gefüllete Flasche (*Tab. II. Fig.* 29.) bis auf den Boden hinabreicht; aus deren zweiter Oeffnung ein Gasentbindungsrohr unter den Trichter der pneumatischen Wannen geleitet worden ist. Nun erhitze man den Kolben über einem Lampenofen; das Gas wird sich sehr bald entwickeln und durch die Kalkmilch hindurch unter den Trichter der pneumatischen Wanne treten, wo solches nun aufgefangen werden kann.

Eigenschaften des Perkohlenwasserstoffgases.

§. 439.

Dieses Gas hat viel Aehnlichkeit mit dem vorigen, zeichnet sich aber durch den gröſsern Gehalt an Kohlenstoff, der darin doppelt so viel als im ersten beträgt, aus. Dieses Gas zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) es besitzt einen dem vorigen ähnlichen Geruch; es kommt in seiner specifischen Dichtigkeit mit der der atmosphärischen Luft meist überein, denn es verhält sich zu derselben wie 0,9852 : 1,000; 3) seine lichtbrechende Kraft verhält sich zu der der atmosphärischen Luft wie 1,8186 : 1,000; 4) seine specifische Wärme verhält sich zu der der atmosphärischen Luft, nach dem Volum verglichen, wie 1,553 : 1,000, dem Gewichte nach verglichen hingegen, wie 1,5763 : 1,000, und mit einem gleichen Gewicht Wasser verglichen, wie 0,4207 : 1,000; 5) das Wasser saugt, wenn es anhaltend damit geschüttelt wird, 15 Procent seines eigenen Volums von jenem Gase ein; 6) wird es lange über Wasser gesperret aufbewahrt, so verliert es einen Theil Kohle und geht in die Beschaffenheit des Protokohlenwasserstoffgases über; 7) eine gleiche Veränderung erleidet dasselbe, wenn solches durch ein glühendes Rohr geleitet, oder, wenn anhaltend elektrische Schläge hindurchgeführt werden; 8) es ist weder vermögend die Respiration, noch die Verbrennung zu unterhalten; verbrennt aber mit einer ziemlich weiſsen Flamme, wenn solches mit Berührung der atmosphärischen Luft entzündet

wird; 9) wird jenes Gas mit seinem dreifachen Volum Sauerstoffgas gemengt und das Gemenge entzündet, so verbrennt es mit heftigem Knall, es wird Wasser erzeugt und es bleibt sein doppeltes Volum kohlenstoffsaures Gas zurück. Die dabei erfolgende Explosion ist aber so heftig, daſs immer die Gefäſse davon zersprengt werden.

§. 440.

Wird jenes Gas mit seinem gleichen Umfange Chlorgas in einer gläsernen Glocke gemengt, so verschwindet nach und nach das Gasgemenge ganz, und es wird ein angenehm riechendes und süſslich schmeckendes Oel von gelblicher Farbe gebildet, das über dem Wasser schwimmt, späterhin aber im Wasser zu Boden sinkt und sich zum Theil darin auflöst. Auf diese Eigenschaft gegründet, ist dieses Gas ölbildendes Gas genannt worden. Die Erzeugung des Oels ist wahrscheinlich darauf gegründet, daſs jenem Gas hierdurch das Chlorgas noch ein Theil Wasserstoff entzogen wird, durch welche Beraubung das Gas die Beschaffenheit eines Oels annimmt.

Beispiel.

Unter einer gläsernen mit reinem Wasser gefülleten Glocke, die sich über dem Trichter der pneumatischen Wanne befindet, menge man gleiche Volumina Chlorgas und ölbildendes Gas mit einander. Das Gasvolum wird sich sehr bald vermindern und ein öliges Wesen wird erzeugt werden, das sich theils über dem Wasser ausbreitet, theils an den Seitenwänden der Glocke hängen bleibt; wodurch die vorher genannte Eigenschaft begründet wird.

Thermolampen. Gasbeleuchtung.

§. 441.

Die Eigenschaft des Kohlenwasserstoffgases, besonders des reich mit Kohlenstoff beladenen, wenn solches unter Mitwirkung der atmosphärischen Luft entzündet wird, mit einer reinen helle leuchtenden Flamme zu brennen, hat eine ökonomische Benutzung desselben zur Beleuchtung veranlasset, die sich jetzt immer mehr auszubreiten und ihre Vortheile zu begründen strebt. — Lebon war der erste, welcher das Kohlenwasserstoffgas dazu benutzte, welches während der Verkohlung des Holzes oder einer andern vegetabilisch-organischen Substanz, in verschlossenen Räumen, entwickelt wird. Er gab der darauf gegründeten Vorrichtung den Namen Thermolampe. Der stinkende Geruch, welchen das aus den Vegetabilien sich entwickelnde Gas besitzt, veranlaſste Murdoch, einen Engländer, dieses Gas aus Steinkohlen zu entwickeln. Diese Methode ist auch fast allgemein in Anwendung gesetzt worden; doch ist nicht jede Art Steinkohle dazu gleich brauchbar, weil nicht jede gleichviel Gas liefert. Da endlich Oel, Talg und Wachs, so wie das theerartige Oel aus den Steinkohlen, stets mehr Gas liefern als die Steinkohle selbst, so hat der Engländer Taylor einen dazu passenden Apparat angegeben, mittelst dessen das Oel oder eine der andern genannten Materien durch ein glühendes Rohr von Eisen geleitet werden, wodurch sie sich in Gas umwandeln, das nun in einen Behälter (einen Gasometer) aufgefangen und von da aus in die Erleuchtungsgeräthe

geleitet wird. Eben so können auch animalische Substanzen, statt den Steinkohlen, zu gleichem Behuf in Anwendung gesetzt werden; nur ist es in jeder Hinsicht nothwendig, das Gas vorher durch Kalkmilch hindurchzuleiten, um solches von dem inhärirenden kohlenstoffsauren Gas zu befreien. Eine mit Zeichnungen begleitete Zusammenstellung alles hierher Gehörigen findet man in den unten angegebenen Schriften.

Beispiel.

Man fülle einen verschlossenen Gasometer mit aus Steinkohlen entwickeltem und durch Kalkmilch gereinigtem Kohlenwasserstoffgas an. Man leite dieses durch metallene mit Hähnen verschlossene Röhren, durch deren Oeffnung solches beim Hinaustreten angezündet wird: man wird während des Brennens eine schöne weiſse Flamme wahrnehmen.

(*Accum practical treatise on Gaslight. London* 1816. *Prechtl* Anleitung zur Einrichtung der Apparate zur Gasbeleuchtung mit Steinkohlengas. Wien 1817.)

Zweite Abtheilung.

Von dem Stickstoffe und dem Stickstoffgas.

§. 442.

Mit dem Namen Stickstoff (*Azotum*) auch salpeterzeugenden Stoff (*Nitrogenium. Nitricum*) bezeichnet man eine eigne elementarische Substanz, welche in der Verbindung mit dem Sauerstoffe, unter einem angemessenen Verhältniſs, die Salpetersäure darstellt. Der Name Stickstoff oder Azot, ist aus dem a privatif der Griechen und ζοῆ (Leben) gebildet, weil

der Stickstoff, in seinem gasförmigen Zustande, das Leben nicht zu unterhalten vermag. Als concretes Element, in der Verbindung mit andern, findet sich der Stickstoff am vorzüglichsten in allen animalischen Erzeugnissen, aber auch in mehreren Vegetabilien und selbst in einigen Mineralien, also reichlich im Weltraume verbreitet. Isolirt hat er in concreter Form noch nicht dargestellt werden können; aber in der Gasform, als Stickstoffgas, macht er einen steten und reichlichen Gemengtheil in der atmosphärischen Luft aus, aus welcher er gasförmig am reinsten abgesondert werden kann.

§. 443.

Um den Stickstoff in seinem gasförmigen Zustande, als Stickstoffgas oder Salpeterstoffgas darzustellen, scheidet man solches aus der atmosphärischen Luft, in welcher dieses Gas, mit $\frac{1}{5}$ seines Volums Sauerstoffgas gemengt, vorhanden liegt. Diese Abscheidung erfolgt am reinsten: 1) wenn man Phosphor in der in einem Gefäſse eingeschlossenen atmosphärischen Luft verbrennt; 2) wenn man ein aus 3 Theilen Quecksilber und 1 Theil Blei gebildetes Amalgam mit der in einer gläsernen Flasche eingeschlossenen atmosphärischen Luft schüttelt; 3) weniger rein, wenn man in der eingeschlossenen Luft Alkohol, oder ein Licht, oder Kohle verbrennen läſst. In allen diesen Fällen zerlegen die verbrennlichen Substanzen das Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft und lassen das Stickstoffgas zurück, das jedoch, wenn selbiges nach der dritten Methode gewonnen wird, allemal mit kohlen-

stoffsaurem Gas gemengt ist, welches durch das Schütteln mit Kalkwasser daraus hinweggenommen werden muſs.

Beispiele.

a. Man lege eine Portion Phosphor auf eine porzellanene flache Schale und lasse sie auf dem Wasser einer pneumatischen Wanne schwimmen. Man zünde den Phosphor mit einem erhitzten Messer an und stürze nun eine gläserne, tubulirte, oben mit einem Hahn verschlossene Glocke (*Tab. I. Fig.* 30. *a.*) über den brennenden Phosphor. Die Luft in der Glocke wird sich nach und nach im Umfange vermindern und das Wasser wird sich um den fünften Theil ihres innern Raums emporheben; endlich wird der Phosphor von selbst erlöschen. Damit nicht zu viel phosphorige Säure gebildet wird, darf nicht mehr Phosphor verbrannt werden, als so viel, daſs für jede 15 Kubikzoll atmosphärische Luft 1 Gran Phosphor in Rechnung kommt.

b. Man schraube nun in den obern Theil des Hahns ein Gasentbindungsrohr mit seinem kurzen Schenkel *b* ein, dessen langer Schenkel *c* ¾ so lang als die Glocke und unten umgebogen ist. Man drücke dann die mit dem Stickstoffgas gefüllete Glocke im Wasser nieder und stürze über die Oeffnung des Entbindungsrohrs eine mit Kalkwasser gefüllete Flasche. Wird nun der Hahn geöffnet, so steigt das Stickstoffgas in die Flasche und das Wasser erhebt sich höher in die Glocke empor. Man muſs nur so viel Stickstoffgas in die mit dem Kalkwasser gefüllete Flasche treten lassen, daſs noch der vierte Theil Kalkwasser darin bleibt. Man verstopft sie dann unter Wasser und schüttelt sie, wodurch das Kalkwasser die etwa mit dem Stickstoffgas gemengt gewesene dunstförmige phosphorige Säure einsaugt und das Stickstoffgas rein zurückläſst. Man muſs die

Flasche dann umgekehrt unter Wasser öffnen und wieder verschliefsen, um keine atmosphärische Luft hineintreten zu lassen.

c. Das so gereinigte Gas kann man nun in kleinere Flaschen vertheilen und solches zum Gebrauch aufbewahren.

d. Was nach dem Verbrennen des Phosphors zurückbleibt, ist Phosphorsäure.

§. 444.

Aufser den hier beschriebenen Methoden, reines Stickstoffgas zu gewinnen, kann man sich auch noch der folgenden Methode bedienen. Man läfst in eine mit liquiden Aetzammoniak gefüllete Gasentbindungsflasche Chlorgas treten, so dafs solches die ammoniakalische Flüssigkeit durchströmen mufs; während das Gasentbindungsrohr mit einer mit Wasser angefülleten Flasche überstürzt ist. Hier entziehet das Chlor dem aus Stickstoff und Wasserstoff gebildeten Ammoniak den Wasserstoff, um Wasser damit zu erzeugen, und der Stickstoff wird gasförmig entwickelt. Durch das Schütteln jenes Gases mit Kalkwasser nimmt man das etwa noch vorhandene Chlorgas hinweg, da denn das Stickstoffgas rein zurückbleibt.

§. 445.

Endlich kann man auch noch das Stickstoffgas, jedoch weniger rein, gewinnen, wenn man frisches Muskelfleisch, oder den fadenartigen Theil vom frischen Blute, selbst auch frisches Eiweis, in einer pneumatischen Geräthschaft, mit dem vierten Theile ihres Gewichts gewöhnlicher Salpetersäure übergiefst und einer Temperatur von 20 bis 25° Reaumur aussetzt,

während das Entbindungsrohr unter die Oeffnung einer mit Wasser gefülleten Flasche geleitet ist, wodurch sehr bald Stickstoffgas entwickelt wird, das in der Flasche emporsteigt. Es ist jedoch gewöhnlich mit etwas Stickstoffoxydgas gemengt, welches durch das Schütteln desselben mit etwas in Wasser gelöstem Eisenvitriol davon getrennt werden kann. Uebersteigt man aber die genannte Temperatur, so wird lauter Stickstoffoxydgas entwickelt.

Eigenschaften des reinen Stickstoffgases.

§. 446.

Das reine Stickstoffgas zeichnet sich durch die folgenden Eigenschaften von jeder andern Gasart aus: 1) dasselbe ist durchsichtig, farbenlos und geruchlos; 2) es ist specifisch leichter als atmosphärische Luft; seine specifische Dichtigkeit verhält sich zu der der atmosphärischen Luft (nach Biot und Arago) wie 0,96913 : 1,000, aber (nach Berzelius und Dulong) wie 0,976 : 1,000; 3) seine lichtbrechende Kraft verhält sich zu der der atmosphärischen Luft wie 1,03408 : 1,000. Seine absolute lichtbrechende Kraft ist (nach Biot) 0,000590436; 4) seine specifike Wärme ist der der atmosphärischen Luft fast völlig gleich; mit einem gleichen Gewicht der atmosphärischen Luft verglichen, verhält sie sich aber wie 1,0318 : 1,000, und mit einem gleichen Gewicht Wasser verglichen, wie 0,2754 : 1,000; 5) das Stickstoffgas kann weder die Respiration, noch die Verbrennung unterhalten; 6) wird solches aber

bei einer hohen Temperatur, oder unter Mitwirkung der Elektricität, mit Sauerstoffgas in Berührung gebracht, so ist es selbst verbrennlich; 7) vom Wasser wird es sehr schwer und nur in geringer Menge eingesaugt; 8) das Gewicht eines Atoms vom Stickstoff beträgt (nach Berzelius) 58,518.

Beispiele.

a. Man tauche in einen mit reinem Stickstoffgase gefülleten Cylinder ein brennendes Licht: es wird sogleich erlöschen.

b. Setzt man ein lebendes Thier hinein, so stirbt es nach wenigen Sekunden.

Anmerkung. Wir betrachten hier den Stickstoff als eine einfache elementarische Substanz. Berzelius glaubt jedoch annehmen zu müssen, daſs das Stickstoffgas schon eine geringe Portion Sauerstoff enthalte und als ein Suboxyd angesehen werden müsse: eine Vorstellung, die fernern Beweisen überlassen bleiben muſs.

Stickstoff und Sauerstoff.

§. 447.

Cavendish war der erste, welcher bewieſs, daſs, wenn man durch ein Gemenge von 1 Theil atmosphärischer Luft und 4 Theilen Sauerstoffgas anhaltend elektrische Schläge hindurchleitet, beide Gasarten nach und nach verschwinden und eine Säure daraus hervorgehet, welche Salpetersäure ist; folglich muſs der Stickstoff als das säurefähige Substrat der Salpetersäure betrachtet werden. Spätere Erfahrungen haben dieses bestätigt, aber auch gezeigt, daſs der Stickstoff unter vier verschiedenen Verhältnissen mit dem Sauerstoffe in Mi-

schung treten kann, woraus auch eben so viel verschiedene Produkte hervorgehen, nämlich: 1) Stickstoffoxydül (Stickstoffprotoxyd); 2) Stickstoffoxyd (Stickstoffdeutoxyd); 3) Salpetrige-Säure (Stickstofftritoxyd); 4) Salpetersäure (Stickstoffperoxyd); in welchen Verbindungen der Stickstoff, als Substrat betrachtet, sich zu dem Sauerstoffe verhält, wie 2:1; 2:2; 2:3; und 2:5, welche Zahlen also die Progression bezeichnen, in welcher der Stickstoff sich mit dem Sauerstoffe zu verbinden vermag, und, wenn Berzelius Vorstellung begründet werden sollte, daſs der Stickstoff selbst schon das Produkt der Mischung eines eignen Substrats, das er *Nitricum* nennt, mit seinem gleichen Volum Sauerstoff ausmacht, so wird eine sechste Veränderung anerkannt werden müssen. Hier sollen nur die beiden ersten an sich nicht sauren gasförmigen Produkte näher erörtert werden, dagegen die beiden letzten bei der Abhandlung der Salpetersäure ihren Platz finden werden.

Stickstoffoxydülgas. Stickstoff-Protoxydgas.

§. 448.

Wenn der Stickstoff, dem Volum nach berechnet, im Verhältniſs von 2:1 mit dem Sauerstoffe in Mischung tritt, so gehet daraus ein Protoxyd des Stickstoffes hervor, welcher gasförmig erscheint und in demselben Zustande Stickstoffoxydülgas genannt wird. Man gewinnt dieses Gas auf mehr als einem Wege, und zwar: 1) wenn man reines metallisches Zink in einem

Gemenge von 1 Theil Salpetersäure und 4 Theilen Wasser in einer pneumatischen Geräthschaft auflöst; 2) wenn ein Gemenge von 1 Theil trocknem salpetersauren Ammoniak und 3 Theilen reinem Kieselpulver in einer pneumatischen Geräthschaft bis zum Glühen erhitzt wird; 3) wenn Stickstoffoxydgas über mit Wasser befeuchteten gefeiltem Eisen gesperret wird.

Beispiele.

a. In eine kleine steinerne Retorte bringe man ein Gemenge von 1 Theil gepulvertem salpetersauren Ammoniak und 3 Theilen reinem trocknen Kieselsand. Man verbinde den Hals der Retorte mit einem Gasentbindungsrohr, leite dessen Oeffnung unter den Trichter der pneumatischen Wanne und erhitze nun die Retorte gelinde über Kohlenfeuer. Man lasse die erste Portion der entwickelnden Luft, welche die atmosphärische Luft aus dem leeren Raume der Gefäfse ist, entweichen, und fange dann das sich entwickelnde Stickstoffoxydülgas in mit heifsem Wasser gefülleten Flaschen auf. Um alle etwa anklebende Säure hinweg zu schaffen, kann man das Gas auch durch Kalkwasser hindurchsteigen lassen.

b. Die Bildung jenes Gases auf dem genannten Wege geschiehet dadurch, dafs die Salpetersäure des salpetersauren Ammoniaks, welche aus Stickstoff und Sauerstoff zusammengesetzt ist, an den zweiten Bestandtheil des Ammoniaks, welches aus Stickstoff und Wasserstoff zusammengesetzt ist, einen Theil seines Sauerstoffs absetzt, der mit dem Wasserstoffe desselben Wasser erzeugt, dagegen der übrige Stickstoff aus beiden mit so viel Sauerstoff verbunden bleibt, dafs nun das Stickstoffoxydülgas daraus hervorgehet.

Eigenschaften des Stickstoffoxydülgases.

§. 449.

Jenes Gas wurde zuerst durch Priestley entdeckt, späterhin aber durch H. Davy, durch Wurzer und Gay-Lussac näher untersucht. Es zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) es ist farbenlos und durchsichtig und bildet beim Zutritt von atmosphärischer Luft keine rothen Dünste; 2) seine specifische Dichtigkeit verhält sich zu der der atmosphärischen Luft wie 1,520 : 1,000, es ist also dichter als jene; 3) seine specifike Wärme verhält sich zu der der atmosphärischen Luft, bei gleichem Volum verglichen, wie 1,3503 : 1,000; bei gleichem Gewichte, wie 0,8878 : 1,000; und mit einem gleichen Gewicht Wasser verglichen, wie 0,2369 : 1,000; 4) vom kalten Wasser wird es eingesaugt, welches 75 Procent seines Volums davon aufzunehmen vermag. Die Flüssigkeit zeigt einen etwas süſslichen Geruch und Geschmack; 5) auch vom Alkohol wird es eingesaugt, welcher sein anderthalbfaches Volum davon aufnimmt; 6) ein glimmender Holzspan oder ein glimmender Wachsstock, den man in dieses Gas taucht, entzündet sich darin von selbst, wie im Sauerstoffgas und brennt heller als in atmosphärischer Luft; 7) angezündeter Schwefel, der hineingebracht wird, verbrennt darin mit einer gelbrothen Flamme; 8) auch Eisen, Kohle und Phosphor brennen in diesem Gas fort, wenn sie glühend hineingetaucht werden; 9) Menschen und andre Thiere, die man dieses Gas einathmen läſst, empfinden einen angenehmen süſslichen Geschmack, der nach und nach

die ganze Lunge auszufüllen scheint. Die Folge davon ist eine Art von angenehmen Rausch, der, wenn nicht viel eingeathmet wird, bald ohne Nachtheil wieder verschwindet, wenn aber das Einhauchen lange fortgesetzt wird, Zittern der Glieder, Schwindel und wirkliche Betäubung herbeiführen kann. Einige Menschen empfinden bei seinem Einathmen eine besondere Neigung zur Fröhlichkeit, daher es auch von einigen Lustgas genannt wird; 10) wird ein Thier in dieses Gas ganz eingesperrt, so stirbt es nach und nach, wahrscheinlich durch einen fortwährenden Rausch; 11) von den ätzenden Alkalien wird es eingesaugt; 12) seine Bestandtheile sind, in 100 Gewichtstheilen, nach Berzelius und Dulong (§. 171.), 63,903 Stickstoff und 36,097 Sauerstoff. Das Gewicht eines Atoms von selbigem ist 138,518.

(Priestley's Versuche und Beobachtungen. 1 Theil, Seite 206. *H. Davy, Researches chymical and philosophical, chiefly concernig nitrous oxyde and is respirat. London* 1800. *Wurzer, in Van Mons Journal de Chimie et de Physique etc. Tom. V, pag.* 70. Gay-Lussac, in Gilberts Annalen der Physik. 36. Band, S. 37 etc.)

Stickstoffoxydgas. Stickstoffdeutoxyd.

§. 450.

Das Stickstoffoxydgas ist das Deutoxyd des Stickstoffs, im gasförmigen Zustande. Es wird auch Salpetergas, so wie nitröses Gas und salpeterhalbsaures Gas genannt. Jenes Gas ist gleichfalls ein Produkt der Mischung

aus Stickstoff und Sauerstoff, aber in einem andern Proportionsverhältnifs: denn es ist (§. 447). aus gleichem Volumverhältnifs Stickstoff und Sauerstoff, dem Gewicht nach aber (nach Berzelius und Dulong), in hundert Gewichtstheilen, aus 44,931 Stickstoff und 55,069 Sauerstoff (§. 171.) zusammengesetzt.

§. 451.

Um das Stickstoffoxydgas (nitröses Gas, salpeterhalbsaures Gas) darzustellen, kann man sich einer sehr verschiedenen Methode bedienen: 1) indem man Quecksilber oder Kupfer, mit Unterstützung der Wärme, in einer pneumatischen Vorrichtung, durch Salpetersäure auflöst; 2) indem man reinen Salpeter so lange glühet, bis der gröfste Theil des Sauerstoffs seiner Säure als Sauerstoffgas entwickelt ist, und nun den Rückstand in einer pneumatischen Vorrichtung durch Schwefelsäure oder auch Phosphorsäure zerlegt. Im letzten Fall mufs das Gas durch Kalkwasser gewaschen werden, um solches von dem Dunste der anhängenden salpetrigen Säure zu befreien.

Beispiele.

a. In einer pneumatischen Geräthschaft löse man in Späne zerschnittenes Kupfer in mäfsig starker Salpetersäure auf. Man fange das sich entwickelnde Gas nicht eher auf, als bis keine rothen Dünste mehr erscheinen. Es mufs über destillirtem oder Kalkwasser aufgefangen werden.

b. Das Kupfer entzieht hierbei der Säure einen Theil Sauerstoff, der Ueberrest wird als Stickstoffoxydgas entwickelt. Was zurückbleibt ist salpetersaures Kupferoxyd, von blauer Farbe.

Eigen-

Eigenschaften des Stickstoffoxydgases.

§. 452.

Das Stickstoffoxydgas ist von dem vorigen Stickstoffoxydülgas wesentlich verschieden, welches durch folgende Eigenschaften desselben begründet wird: 1) Es ist farbenlos und durchsichtig. 2) Seine specifische Dichtigkeit verhält sich zu der der atmosphärischen Luft wie 1,0388 : 1,000. 3) Es zeigt in seinem reinen Zustande keine saure Eigenschaft. 4) Das Wasser saugt davon, wenn es völlig luftleer war, nur den 18ten bis 20sten Theil seines Volums ein. 5) Weifse thierische Substanzen, wie Wolle, Federn, die Haut etc. werden davon schön gelb gefärbt. 6) Hineingesetzte Thiere werden sogleich getödtet. 7) Brennende Lichter erlöschen darin. 8) Fette und ätherische Oele saugen dasselbe ein. 9) Von der reinen Salpetersäure, wenn sie concentrirt ist, wird das Gas nach und nach absorbirt und ändert sie in salpetrige Säure um. 10) Mit atmosphärischer Luft gemengt, erzeugt dieses Gas sogleich einen rothen Dunst, es wird Salpetersäure erzeugt und es bleibt Stickstoffgas zurück. 11) Mit dem vierten Theil seines Volums Sauerstoffgas gemengt, wird es in salpetrige Säure, und mit der Hälfte seines Volums Sauerstoffgas gemengt, wird es in Salpetersäure umgewandelt, wobei eine vollkommene Vernichtung beider Gasarten erfolgt. 12) Das Gewicht eines Atoms von diesem Gas setzt Berzelius auf 94,259.

Anmerkung. In der Verbindung mit dem Wasserstoff, im angemessenen Verhältnifs, erzeugt der Stickstoff eine

alkalische Substanz, das Ammoniak, und in Verbindung mit Kohlenstoff das Cyanogen. Jenes wird bei den Alkalien, das letzte bei den Säuren näher erörtert werden.

Atmosphärische Luft.

§. 453.

Mit dem Namen atmosphärische Luft oder atmosphärisches Gas wird dasjenige expansible und compressible luftförmige Wesen bezeichnet, welches, in der Vermengung mit mancher andern gasförmigen und dunstförmigen Flüssigkeit, die verschiedenen Schichten des Dunstkreises ausfüllet, in welchem wir leben und uns bewegen. Das Wort Atmosphäre (*Atmosphera*), dessen man sich bedient, um den Dunstkreis damit zu bezeichnen, ist aus den griechischen Wörtern ατμός (Aushauchung) und σφαιρα (Kugel) zusammengesetzt. Die Materien, aus welchen die Atmosphäre gebildet ist, sind mannichfaltig verschieden; als Hauptheile der darin verbreiteten gasförmigen Flüssigkeiten zeichnen sich aber aus: das Stickstoffgas, das Sauerstoffgas, das kohlenstoffsaure Gas und das Wasserstoffgas. Aufserdem ist der Dunstkreis mit mehr oder weniger Feuchtigkeit beladen, welche durch die Ausdünstung des Erdballs und der darauf lebenden organischen Geschöpfe ihm zugeführt worden ist. Von jenen verschiedenen Gemengtheilen der atmosphärischen Luft machen wieder das Stickstoffgas und das Sauerstoffgas den hauptsächlichsten Theil aus, durch welches letztere sie allein vermögend ist, die Respiration der Thiere und die Verbrennung der verbrennlichen Kör-

per unterhalten zu können; dagegen alle übrige Stoffe als zufällig angesehen werden müssen.

Höhe des Dunstkreises.

§. 454.

Wir müssen uns den Dunstkreis als eine Reihe über einander gelagerter Schichten vorstellen, welche, indem sie über einander liegen, auf einander drücken, so dafs die Luft an der Oberfläche der Erde am dichtesten ist, in der Höhe aber in gleichem Mafse derselben dünner wird. Welches die Grenzen der Atmosphäre sind, oder wie viel ihre senkrechte Höhe beträgt? dafür haben wir keinen genügenden Beweis. Nach einem mittlern Durchschnitt hat man aber berechnet, dafs sie $9\frac{2}{3}$ bis 10 geographische Meilen beträgt, welches, die geographische Meile zu 23,661 brandenburger Fufs berechnet, für die letzte Berechnung 236,610 brandenburger Fufs betragen würde. Die Gestalt der Atmosphäre ist, gleich der der Erdkugel, ein Sphäroid; aber der durch ihren Aequator gehende Diameter ist, im Verhältnifs zu ihrer Axe, weit gröfser als bei der Erde; weil hier durch die Erwärmung des mittlern Theils der Erdkugel die Luft sehr verdünnt wird und einen nach den Wendekreisen hin emporsteigenden Strom bildet, der von den Polen aus im gleichen Grad wieder ersetzt wird.

Das Barometer.

§. 455.

Um das jedesmalige Gewicht zu kennen, mit welchem eine Luftsäule, deren Höhe bis an die Grenzen der Atmosphäre reicht, auf jede ge-

gebene Grundfläche drückt, bedient man sich des Baroscops oder Barometers, eine Benennung, die aus den griechischen Wörtern βάρος (schwer) und μέτρον (Maſs) gebildet ist. Im Barometer steht die Luftsäule des Dunstkreises mit einer Quecksilbersäule von gleicher Grundfläche im Gleichgewicht, woraus sich alsdann das Gewicht der Luftsäule von jeder gegebenen Grundfläche leicht berechnen läſst.

Beispiele.

a. Ein Pariser Kubikfuſs Quecksilber wiegt 950 Pfund. Es betrage die Höhe des Quecksilbers im Barometer 28 Zoll = $2\frac{1}{3}$ Fuſs, so muſs das Gewicht einer Luftsäule, deren Grundfläche 1 Quadratfuſs ist, betragen $\frac{950 \times 28}{12} = \frac{26{,}600}{12} = 2{,}216\frac{8}{12}$ Pfd. oder 2,216 Pfd. $21\frac{1}{3}$ Loth.

b. Beträgt dagegen der Barometerstand 28 Zoll 6 Linien, so giebt dieses $\frac{950 \times 28{,}5}{12} = \frac{27{,}075}{12} = 2{,}256\frac{3}{12}$ Pfd. = 2256 Pfd. 8 Loth.

c. Beträgt hingegen der Barometerstand nur 27 Zoll 6 Linien, so giebt solches $\frac{950 \times 27{,}5}{12} = \frac{26{,}125}{12} =$ $2{,}177\frac{1}{12}$ Pfd. = 2177 Pfd. 2 Loth 2 Quent. 40 Gran.

d. Jedes dieser Gewichte durch 144 dividirt, giebt zum Quotienten das Gewicht einer Luftsäule von 1 Quadratzoll; und dieses wieder durch 144 dividirt, für die Luftsäule von einer Quadratlinie Grundfläche..

§. 456.

Um aber genau zu beobachten, muſs der Barometerstand berichtigt werden; d. h. es muſs die jedesmalige Temperatur der Atmosphäre in Rechnung gestellt werden. De Lüc hat gezeigt, daſs

eine Quecksilbersäule von 28 Zoll, vom Gefrierpunkt bis zum Siedpunkt, um 6 Linien ausgedehnt, also verlängert wird. Er hat darauf eine eigene Reduktionsskale gegründet, die mit dem Barometer verbunden und zwischen dem Gefrierpunkte des Wassers und seinem Siedpunkte in 96 Grade eingetheilt ist; welchem gemäſs, da der Zoll in 12 Linien und die Linie in 16 Skrupel eingetheilt wird, 8×12 aber zum Produkte 96 giebt, in der Thermometerskale für jeden Unterschied von einem Skrupel Barometerhöhe 1 Grad Wärme in Rechnung kommt. Sollen daher Barometer-Beobachtungen bei etwa 18° nach der Reductionsskale (= 15° Reaum.) angestellt werden, die Temperatur der Atmosphäre beträgt aber nur 13°: so muſs für jeden Grad unter 18 ein Skrupel der Barometerhöhe hinzugesetzt und für jeden Grad über 18 ein Skrupel davon abgezogen werden.

§. 457.

Da der Druck des Dunstkreises in höhern Regionen der Atmosphäre geringer ist, als in niedern, so folgt daraus, daſs auch die Quecksilbersäule im Barometer, in höhern Regionen der Atmosphäre, bei gleichem Grade der Temperatur, sich verkürzen und in niederen sich verlängern muſs. Daher dient jenes Instrument zugleich dazu, um Höhenmessungen damit zu veranstalten.

Beispiel.

Wenn man den Stand des Quecksilbers im Barometer am Fuſse eines Bergs oder eines Thurms beobachtet hat, und man steigt einige hundert Fuſs empor, so verkürzt sich die Quecksilbersäule um einige

Linien. Aus genauen Beobachtungen hat man gefunden, daſs die Differenz für jede Pariser Linie genau 72,88 Pariser Fuſs, also im Durchschnitt zu 73 Pariser Fuſs hoch angenommen werden kann. Da aber in höhern Regionen des Dunstkreises nicht nur die Höhe der Luftsäule, sondern auch die Dichtigkeit und Elasticität der Luft abnimmt, so müssen die Barometerhöhen nach einem andern Verhältniſs abnehmen: und die Erfahrung lehrt für diesen Fall, daſs, wenn die Zunahme der Höhen eine arithmetische Reihe 1, 2, 3, 4 u. s. w. bildet, die Abnahme der Barometerhöhen eine geometrische Reihe liefert: d. h. daſs das Fallen in der ersten Station sich zu dem in der zweiten verhält, wie dieses zum Fallen in der dritten u. s. w., woraus also folgt, daſs wenn man sich zu einer Höhe von etwa zehnmal 73 Pariser Fuſs erhebt, dann das Quecksilber im Barometer nicht um 10 Linien gefallen seyn kann.

§. 458.

Die Luft des Dunstkreises drückt auf jede Unterlage, die ihr zum Träger dient, und die Gröſse dieses Drucks für jede gegebene Grundfläche ergiebt sich aus der Höhe der Quecksilbersäule im Barometer (§. 464.). Da aber die Luft ein elastisches, flüssiges Wesen ist, so drückt sie nach allen Seiten gleichförmig; daher bei einem ruhigen Zustande der Atmosphäre das Daseyn der Luft kaum wahrgenommen werden kann. Wirkt dieselbe aber einseitig, dann können die gröſsten Lasten dadurch gewältiget werden.

Beispiele.

a. Aus dem Grunde wird eine gläserne Glocke an den Teller der Luftpumpe fest angedrückt, wenn solche evacuirt wird.

b. Eine über einen hohlen Cylinder gespannete trockne Schweinsblase wird gesprengt, wenn die Luft darunter hinweggenommen wird.

c. In einer unter der Glocke befindlichen Barometerprobe sinkt das Quecksilber, wenn sie evacuirt wird; es steigt hingegen, wenn die Luft wieder hinzutritt.

§. 459.

Durch den Druck, welchen die Luft auf jede Unterlage ausübt, drückt sie auch auf sich selbst. Das Gewicht einer Luftsäule wächst daher nach dem Maſse, je höher sie wird, also je tiefer der Ort ist, an welchem man sie untersucht. Vermöge ihrer Ausdehnsamkeit dehnt sich die Luft aber auch von selbst in einen immer gröſsern Raume aus, wenn der von auſsen darauf wirkende Druck vernichtet wird; ihre Dichtigkeit nimmt aber in eben dem Verhältniſs ab, als sich ihr Raum erweitert. Sie ist daher ein compressibles und ein expansibles Fluidum.

Beispiele.

a. Im Cartesianischen Taucher presset sich die Luft in einen kleinern Raum zusammen, wenn darauf gedrückt wird; und sie dehnt sich von selbst in ihren vorigen Raum wieder aus, wenn der Druck nachläſst.

b. Aus gleichem Grunde wird eine verschlossene und zum vierten Theil mit Luft gefüllete Blase gespannt und ausgedehnt, wenn die von auſsen sie umgebende Luft, unter einer Glocke mittelst der Luftpumpe hinweggenommen wird.

c. Das in einem gläsernen Heronsbrunnen unter einer Schicht von Luft stehende Wasser wird zum Springen gebracht, wenn die Luft von auſsen hinweggenommen wird.

§. 460.

Außerdem, daſs die Luft in sich selbst ausdehnsam ist, wird ihre Ausdehnsamkeit vermehrt, wenn sie erwärmt wird. Diese Ausdehnung beträgt mehr als den dritten Theil ihres vorigen Volums, wenn sie vom Gefrierpunkte bis zum Siedpunkte des Wassers erhitzt wird: so daſs ein Volum Luft von 100 Kubikzoll, wenn sie vom Gefrierpunkt bis zum Siedpunkt erhitzt wird, dann einen Raum von 137,5 Kubikzoll ausfüllet. Die erwärmte Luft ist specifisch leichter als die kältere und steigt daher in der letztern empor; dagegen der dadurch gebildete Raum durch das Zuströmen der kältern Luft wieder ersetzt wird.

Beispiele.

a. Aus dem Grunde strömt die kalte Luft mit Gewalt in den Feuerherd eines geheizten Ofens und unterhält das Brennen des Brennmaterials.

b. Aus gleichem Grunde erhebt sich eine mit warmer, also verdünnter Luft, gefüllete Hülle (eine Montgolfière) in der kalten Atmosphäre empor.

c. Aus demselben Grunde ist der obere Raum eines geheizten Zimmers immer wärmer als der untere; und man bemerkt einen Luftzug in der Nähe der Fenster und der Stubenthüren, wenn die Atmosphäre im Zimmer wärmer als die äuſsere ist.

§. 461.

Um die atmosphärische Luft zu wiegen und genau zu bestimmen, wie viel das Gewicht eines Kubikfuſses oder eines Kubikzolles beträgt, werden eine etwas groſse gläserne Kugel und eine empfindliche Wage, nebst genauem Gewicht erfordert. Man wiegt die Kugel in ih-

rem von der darin enthaltenen Luft entleerten Zustande genau ab, füllet sie dann mit destillirtem Wasser an, und wiegt sie wieder, bei einer Temperatur von 12,5° Reaum. Die Gewichtszunahme zeigt die Masse des Wassers an, welches den leeren Raum der Kugel ausfüllet. Da, wie schon (§. 30.) bemerkt worden, der preufsische Duodezimal-Kubikzoll destillirtes Wasser 293⅓ preufsische Gran wiegt, so dividirt man nun mit diesem Gewicht in das Gewicht des Wassers, welches den innern Raum der Kugel ausfüllet, da denn der Quotient den Gehalt desselben in Kubikzollen angiebt. Wird nun die vollkommen trockne Kugel mittelst der Luftpumpe von aller darin enthaltenen Luft so vollkommen wie möglich entleert, die leere Kugel an der Wage ins Gleichgewicht gebracht, und nun durch die Eröffnung des Hahns die Luft wieder hinzugelassen, so wiegt sie mehr als im trocknen Zustande. Dieses Mehrgewicht zeigt das absolute Gewicht der Luft an, welche mit dem Volum des Wassers gleich ist. Auf solche Weise hat man gefunden, dafs das specifische Gewicht der atmosphärischen Luft sich verhält, zu dem des Wassers wie 1 : 800, und dafs ein Kubikzoll der atmosphärischen Luft 0,4681, also beinahe einen halben Gran wiegt.

Anmerkung. Kennt man einmal den kubischen Inhalt einer solchen Kugel und das absolute Gewicht der atmosphärischen Luft, welche sie aufzunehmen vermag: so läfst sich auch das specifische Gewicht aller andern Gasarten damit bestimmen und gegen das der atmosphärischen Luft, bei einem gegebenen Druck der Atmosphäre und einer mittlern Temperatur, damit vergleichen; wobei die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft

zur Einheit angenommen wird. Um sowohl die atmosphärische Luft, als jede andere Gasart, von der adhärirenden Feuchtigkeit zu befreien, muſs sie durch gröblich gepülverten völlig trocknen chlorinsauren Kalk hindurchgeleitet werden.

Chemische Beschaffenheit der Atmosphäre.

§. 462.

Es ist schon früher (§. 453.) gedacht worden, daſs der Dunstkreis aus einem Gemenge von Stickstoffgas, von Sauerstoffgas, von wenigem kohlenstoffsaurem Gas und Wasserdunst besteht. Das Daseyn des kohlenstoffsauren Gases kann durch das Barytwasser entdeckt werden; das Daseyn der Feuchtigkeit zeigen die Hygrometer (§. 392.) an, und das Gewicht derselben, in einem gegebenen Volum der Luft, kann durch die Gewichtszunahme ausgemittelt werden, welche der Chlorkalk darin annimmt. Die wichtigsten Gemengtheile der atmosphärischen Luft, welche die chemische Constitution derselben bestimmen, sind das Stickstoffgas und das Sauerstoffgas. Um das Volumverhältniſs dieser beiden Gasarten in der atmosphärischen Luft auszumitteln, hat man verschiedene Instrumente ausgedacht, die man Eudiometer nennt, ein Name, der aus den griechischen Wörtern εὔδια (rein) und μέτρον (Maſs) zusammengesetzt ist, also ein Reinheitsmesser für die Luft. Da aber mittelst dergleichen Instrumenten nicht die absolute Reinheit, sondern nur das Verhältniſs des Sauerstoffgases zum

Stickstoffgas ausgemittelt werden kann, so verdienen sie eigentlich nur Oxydometer genannt zu werden.

§. 463.

Von dergleichen Eudiometern sind vielerlei Arten empfohlen worden, durch Priestley, Fontana, Cavendish, Seguin, Reboul; Achard, Berthollet, Parot, Scheele, v. Humboldt, Humphry Davy, Volta und Gay-Lussac. Unter allen diesen behaupten das Volta'sche und das Gay-Lussac'sche Eudiometer, welches eine Vervollkommnung des erstern ist, den Vorzug vor allen übrigen.

(Joseph Priestley, Versuche und Beobacht. über verschiedene Theile der Naturlehre. *Felix Fontona Descrizioni ed usi di alcuni stromenti per misurare la salubrità dell' aria. Firenze* 1774. *Cavendish an account a new Eudiometer. London* 1783. *Seguin Mémoire sur l'eudiométer.* In den *Annales de Chimie, Tom. IX. pag.* 293 *etc. Reboul Description d'un Eudiométer atmosphérique.* In den *Annales de Chimie etc. Tom. XIII. pag.* 38. *etc.* Gren, in dessen Grundriſs der Naturlehre, 3. Auflage 1797. S. 831 etc. Scheele's Abhandl. über Luft und Feuer, S. 64. Berthollet in Scherer's Journal der Chemie etc. 4. Bd. S. 588 etc. Parot in Gilberts Annalen der Physik, 10. Bd. S. 198 etc. v. Humboldt Versuch einer Zerlegung des Luftkreises; auch in Scherer's Journal der Chemie etc. 1. B. S. 263 und 2. B. S. 88 und 146 etc. H. Davy, in Voigts Magazin für die Naturkunde, 4. B. 2. H. pag. 181 etc. *Volta, in Brugnatelli Annali di chimico di Milano, Tom. I. pag.* 171. *II.* 161. und *III.* 36 *etc.* Gay-Lus-

sac, in Gilberts Annalen der Physik, B. 36. S. 37 etc. In den *Annales de Chimie et de Physique. An* 1812. *Février pag.* 188 etc. Doebereiner, dessen Universal-Eudiometer. In Oken's Isis 1818. 70 — 72. Stück.)

§. 464.

Von allen diesen verschiedenen Eudiometern besitzen das von Volta und das durch Gay-Lussac erfundene den Vorzug und werden am meisten in Gebrauch gesetzt. Man nennt solche Wasserstoffgas-Eudiometer, weil ihre Einrichtung darauf gegründet ist, daſs ein Gemenge von 2 Volumtheilen Wasserstoffgas und 1 Volum Sauerstoffgas, wenn es angezündet wird, sich vollkommen vernichtet und in Wasser umwandelt. Nach einer von mir vereinfachten Einrichtung dieses Instruments besteht solches aus einem völlig kaliberirten gläsernen Rohre (*Tab. II. Fig.* 31.) *A*, das 14 Zoll lang, 6 Linien weit und im Innern matt geschliffen ist. Seine obere Oeffnung ist mit einer durchbrochenen, in Messing eingefaſsten Glasplatte verschlossen, *B*, aus der sich ein kleiner metallener Knopf *C* erhebt, der durch ein gläsernes Röhrchen isolirt ist und sich im Innern des Rohrs in zwei kleine gegen einander überliegende Häkchen *x y* endigt. Die untere Oeffnung des Rohrs ist mit einem trichterförmigen Ansatz von Messing *E* verbunden und kann durch den Schieber *s* geöffnet und verschlossen werden. Am ganzen Rohre endlich ist eine Skale *F G* angebracht, die das Rohr der Länge nach in 400 gleiche Theile abtheilt, die durch einen Nonius *H* gemessen werden können. *I* ist ein Maſs, welches genau 100 Raumtheile des lan-

gen Rohrs fasset und mittelst des Schiebers *t* geöffnet und verschlossen werden kann.

§. 465.

Soll mittelst dieses Eudiometers gearbeitet werden, so füllet man das lange Rohr mit reinem luftleeren Wasser an und stellt solches mit dem Trichter auf den Tisch der pneumatischen Wanne. Nun füllt man das Maſs mit Wasser an, und leert solches in derjenigen Luft aus, die geprüft werden soll. Man verschlieſst es sodann mit seinem Schieber und öffnet es unter dem Trichter des langen Rohrs. Die Luft steigt in dasselbe hinein und füllet den Raum von 100 Theilen aus. Man füllet nun das Maſs auf einem gleichen Wege mit Wasserstoffgas an und leitet dieses in das lange Rohr, das nun mit 200 Raumtheilen Gas angefüllet ist. Man leitet nun in den Knopf einen elektrischen Funken, wodurch das Gasgemenge entzündet wird, eine Verpuffung erfolgt und eine Verminderung des Luftraums, aus der nun das Volum des Sauerstoffgases beurtheilt wird, das in der atmosphärischen Luft enthalten war, wenn vorher alles auf die vorige Temperatur zurückgebracht ist.

Beispiel.

Es nehme z. B. das Volum von 1 Maſs atmosphärischer Luft = 100 Volumtheile, und 1 Maſs Wasserstoffgas = 100 Volumtheile, den Raum von 200 Volumtheilen ein. Leitet man nun den elektrischen Funken hindurch, so wird das rückständige Gasvolum weniger betragen. Beträgt es z. B. noch 140 Volumtheile, so wird eine Verminderung von 60 Theilen Statt gefunden haben. Da aber 2 Theile Wasserstoffgas 1 Theil Sauerstoffgas vernichten, so

haben wir $\frac{60}{3} = 20$ Theile, welches das Volum des Sauerstoffgases anzeigt, das in 100 Volumtheilen atmosphärischer Luft enthalten war.

§. 466.

Das Eudiometer ist also ein Instrument, mittelst dessen man allerdings den Gehalt des Sauerstoffgases in der atmosphärischen Luft mit vieler Genauigkeit erforschen kann; durch das aber keinesweges die absolute Reinheit der Luft, d. i. das Daseyn oder die Abwesenheit von schädlichen Theilen, wie Krankheitsstoffe, Miasmen u. s. w. erforscht werden kann, welche einen nachtheiligen Einfluſs auf die Gesundheit auszuüben vermögend sind; ein solches Instrument würde Kakaometer genannt werden müssen, welches aber erst noch zu erfinden seyn wird. Man will ferner bemerkt haben, daſs der Gehalt des Sauerstoffgases in der atmosphärischen Luft jederzeit vollkommen derselbe sey, d. i. 21 Procent ihres Volums. Meine eigenen darüber angestellten Erfahrungen haben mir das Gegentheil bewiesen. Ich werde den Gegenstand zu einer andern Zeit genauer wiederholen, und dann erst es wagen, mein Urtheil darüber zu fällen.

Dritte Abtheilung.

Von der Chlorine.

§. 467.

Mit dem Namen Chlor oder Chlorine (*Chlorinium*, *Chloricum*) bezeichnet man in der Chemie ein eignes säurefähiges Element, welches sowohl mit dem Wasserstoffe, als mit

dem Sauerstoffe verbunden, Säuren zu produciren vermögend ist, die aber in ihren Eigenschaften wesentlich von einander abweichen. Die erste wird Hydrochlorinsäure (*Acidum hydrochlorinicum*), die letztere wird Oxychlorinsäure (*Acidum oxychlorinicum*) genannt.

§. 468.

Die Chlorine ist bis jetzt noch niemals in einem freien ungebundenen Zustande im Weltraume angetroffen worden, sondern immer an Alkalien, an Erden, oder an Metalle gebunden, in welchen sie die verschiedenen Chlorverbindungen (*Chlorüres*) darstellt. Eine solche Verbindung der Chlorine mit Natronium bietet uns das gemeine Küchensalz, in seinem im Feuer geschmolzenen völlig wasserleeren Zustande, dar. Wir werden später (bei den Säuren) sehen, daſs, wenn das Küchensalz im gehörigen Verhältniſs mit Schwefelsäure versetzt, der Destillation unterworfen wird, man eine gasförmige Säure daraus gewinnt, die vom reinen Wasser mit Begierde eingesaugt wird und eine tropfbare flüssige Säure darstellt, die man Salzsäure genannt hat. Analogisch mit andern Säuren schloſs man, daſs sie ein Produkt der Mischung aus Sauerstoff und einem eigenen säurefähigen Substrat ausmachen müsse, obschon man keinen Sauerstoff daraus abzuscheiden vermögend war. Scheele war der erste, welcher zeigte, daſs, wenn man Salzsäure mit grauem Manganoxyd (Braunstein) verbunden in der Wärme behandelt, sie in ein gasförmiges Fluidum von durchdringendem Geruch übergeführt wird, das er dephlogistisirte Salzsäure nennt. Als man

aber das Daseyn des Sauerstoffes im Manganoxyd erkannte und wahrnahm, daſs der Gehalt des Sauerstoffes in jenem natürlich gebildeten Oxyd mit dem Volum der gasförmigen Flüssigkeit im Verhältniſs stand, das man bei seiner Behandlung mit der Säure aus dem Kochsalze gewinnt, glaubte man annehmen zu müssen, daſs jenes durchdringend riechende Gas ein Produkt der Mischung aus Salzsäure und Sauerstoff ausmache, und nannte solches oxydirt-salzsaures Gas.

§. 469.

Gay-Lüssac war der erste, welcher zeigte, daſs, wenn das sogenannte oxydirte salzsaure Gas (Chlorgas) mit Wasserstoffgas gemengt wird, eine Verminderung im Volum des Gases veranlasset und dunstförmige Salzsäure gebildet wird. Humphry Davy, der diesen Gegenstand weiter verfolgte, zeigte, daſs hier der Wasserstoff als säuerndes Prinzipium für jenes Gas wirke, und gründete darauf den Satz: daſs die Salzsäure aus einem eigenen Substrate und Wasserstoff zusammengesetzt sey; daſs ihr bei der Behandlung mit Manganoxyd, der Wasserstoff durch den Sauerstoff desselben entzogen und das Substrat gasförmig entwickelt werde. Wegen der grüngelben Farbe, wodurch jenes Gas sich auszeichnet, nennt er solches Chlorine, aus dem griechischen Worte χλωρος (gelb) gebildet; dagegen Schweigger zur Bezeichnung jenes Wesens den Namen Halogen (salzzeugender Stoff) vorgeschlagen hat; der Name Chlor ist aber allgemein aufgenommen worden. Berzelius betrachtet dagegen die gemeine

meine Salzsäure, als das Produkt der Mischung eines für sich nicht darstellbaren Elements, das er Muricum nennt, mit Sauerstoff, und sieht die Chlorine als ein Produkt der Mischung der Salzsäure mit Sauerstoff an; als ein Superoxyd der Salzsäure, welches zu begründen auch Ure und Murray bemühet gewesen sind. Wir bleiben dagegen bei der allgemeinern Meinung stehen, daſs die Chlorine als ein einfacher elementarischer Stoff angesehen werden muſs.

(*Gay-Lussac et Thénard* in den *Récherches physico-chimiques, Vol. II. pag.* 93. und in Schweiggers Journal für Chemie u. Physik, 14. B. S. 97 etc. Derselben *Observations sur le Chlore*. In den *Annales de Chimie* 9. *Tom. pag.* 96 *etc.* H. Davy über Salzsäure und oxyg. Salze, in Gilberts Annalen 35. B. S. 470 und 36. B. S. 188 etc. Berzelius Lehrbuch der Chemie, übersetzt von Blede, 1. B. 1820. S. 658 etc. *Ure* in *Thomsons Annales of Philosophy Vol. XI. pag.* 144, 150 *und* 151 *etc.* Murray ebendaselbst pag. 145 u. 299 etc.).

§. 470.

Zur Darstellung der Chlorine im gasförmigen Zustande, als Chloringas, entziehet man der gemeinen Salzsäure den darin an die Chlorine gebundenen Wasserstoff und fängt das sich entwickelnde Gas über warmen Wasser auf.

Beispiele.

a. Vier Gewichtstheile Hydrochlorinsäure (gemeine Salzsäure), von etwas concentrirter Beschaffenheit, mengt man in einem gläsernen Kolben (*Tab. II. Fig.* 32.) *A*, dessen Oeffnung *B* mit einem in

Wachs gesottenen Korkstöpsel luftdicht verschlossen ist, aus welchem ein Gasentbindungsrohr *C* sich erhebt, das mit der Oeffnung seines langen Schenkels in der einen Oeffnung einer Mittelflasche *D* bis auf den Boden hinabsteigt, die bis auf $\frac{2}{3}$ mit Wasser gefüllet ist. Aus der zweiten Oeffnung derselben, erhebt sich ein zweites Gasentbindungsrohr, dessen Oeffnung unter dem Trichter der pneumatischen Wanne placirt ist, die mit reinem Wasser gefüllet seyn mufs.

b. So vorgerichtet, placire man den Bauch des Kolbens über die Flamme einer Lampe oder in ein Sandbad. Anfangs wird sich Luft entwickeln, welche in der atmosphärischen Luft der leeren Räume der Gefäfse besteht, die mit wenigem Chloringas gemengt ist. Alsdann wird reines Chloringas in gelben Dünsten entwickelt, welches nun in mit warmen Regen- oder destillirtem Wasser gefülletenn Flaschen aufgefangen werden kann; so lange als sich noch Gas entwickelt.

c. Was nach vollendeter Operation im Kolben zurückbleibt, ist hydrochlorinsaures Manganprotoxyd, in liquider Form.

§. 471.

Bei jener Operation geschiehet die Bildung der gasförmigen Chlorine auf folgende Weise. Die gemeine Salzsäure ist ein Produkt der Mischung aus Chlorine und Wasserstoff. Das gemeine Manganoxyd (der Braunstein) ist ein Mangan-Peroxyd (Hyperoxyd) aus Mangan und Sauerstoff gebildet. Während der Wechselwirkung beider Substanzen verbindet sich ein Theil des Sauerstoffes, des Manganoxyds, mit dem Wasserstoffe von einem Theil der Salzsäure und bildet damit Wasser; die dadurch in Freiheit gesetzte Chlorine bindet nun so viel Wärmestoff als sie bedarf, um in

die Gasform überzugehen, und es wird Chloringas entwickelt. In dem Wasser der Mittelflasche setzt solches die etwa mit fortgerissenen Dämpfe der freien Säure ab, und steigt nun in die Auffangungsgefäſse empor. Der nicht zerlegte Antheil der Salzsäure geht nun mit dem Mangan-Protoxyd in Auflösung, und bleibt in diesem Zustande gelöst zurück.

Chlorinhydrat.

§. 472.

Das auf jenem Wege dargestellte Gas hält immer einen Theil Wasser gebunden und stellt in diesem Zustande ein Hydrat dar, welches Chlorinhydrat genannt wird. Wird das Chlorinhydrat einer Temperatur von Null Grad Reaumur ausgesetzt, so erstarret solches zu einer durchscheinenden Substanz von grünlich-gelber Farbe, welche das krystallinische Chlorinhydrat darstellt; dasselbe schmeckt bitter, herbe, besitzt einen erstickenden Geruch, wird aber bei einer höhern Temperatur wieder in die Gasform ausgedehnt.

Reines Chloringas.

§. 473.

Um das Chloringas wasserfrei zu erhalten, leitet man das Chlorinhydratgas durch ein mit in kleine Stücke zerschlagenen und geglüheten Chlorinkalk gefülletes Rohr, wodurch der Chlorinkalk die ihm adhärirende Wässrigkeit einsaugt und das Gas trocken entweichen läſst, in welchem Zustande dasselbe sich durch folgende

Eigenschaften auszeichnet: 1) Es ist durchsichtig, grünlich-gelb von Farbe; 2) seine specifische Dichtigkeit verhält sich zu der der atmosphärischen Luft wie 2,713 : 1000. 3) Es verträgt eine Kälte von — 32° Reaum., ohne zu erstarren; 4) es besitzt einen durchdringenden, erstickenden Geruch, greift die Lunge an und erzeugt Husten und Schnupfen, wenn es eingeathmet wird; daher lebende Thiere, die man hineinsetzt, augenblicklich getödtet werden. 5) Blaue und andere farbige Pflanzenstoffe, die hineingetaucht werden, werden weiſs gebleicht, ohne daſs die blauen erst geröthet werden. 6) Animalische Substanzen, die damit in Berührung gebracht werden, nehmen eine gelbe Farbe an. 7) Ein hineingesetztes Wachslicht brennt mit dunkler Flamme und setzt vielen Ruſs ab. 8) Phosphor entzündet sich darin von selbst und wird in Chlorinphosphor umgewandelt. 9) Spieſsglanzmetall, so wie Wismuth und einige andere Metalle, die im zart gepulverten Zustande hineingetragen werden, entzünden sich von selbst und werden in Chlorinmetalle umgewandelt. 10) Mit seinem gleichen Volum Wasserstoffgas gemengt, zieht sich das Gemenge bis auf 1 Volumen zusammen und bildet dunstförmige Salzsäure. 11) Das Gewicht eines Atoms von selbigem wird von Berzelius = 442,65 festgestellt.

Beispiele.

a. Grüne Pflanzenblätter und farbige Blumen werden darin blendendweiſs gebleicht.

b. Ein Wachsstock brennt darin mit dunkler Flamme.

c. Phosphor, der hineingebracht wird, entzündet

sich von selbst, und es wird liquider Chlorinphosphor gebildet.

d. Gepulvertes Spiefsglanzmetall hineingeschüttet, entzündet sich und wird in weifses Chlorinspiefsglanz umgewandelt.

Chlorinhaltiges Wasser.

(Bleichwasser.)

§. 474.

Wenn das Chloringas über reinem Wasser bei mittlerer Temperatur gesperrt wird, so saugt ein Mafs desselben 2 Mafs Chloringas ein. Eine gröfsre Menge Gas nimmt das Wasser auf, wenn solches bei 6° Reaum. damit in Berührung gebracht wird. Die Flüssigkeit zeigt in beiden Fällen eine specifike Dichtigkeit von 1,003; eine gelbliche Farbe, einen dem Chloringas gleichen Geruch; sie macht das Lackmuspapier nicht roth und zerstört die Pflanzenfarben. Der Einwirkung des Lichts, in einer pneumatischen Geräthschaft ausgesetzt, wird es zerlegt: es wird Sauerstoffgas entwickelt, und gemeine Salzsäure bleibt zurück; ein Erfolg, der auf eine vorgegangene Zerlegung des Wassers begründet ist, welches einen Theil Wasserstoff an die Chlorine absetzt, dagegen der Sauerstoff als Sauerstoffgas entwickelt wird. Vermöge der Eigenschaft jenes Wassers, die Farben der Vegetabilien zu zerstören, wird solches Bleichwasser genannt, und zum Bleichen baumwollener und leinener Zeuge benutzt.

Chlorinoxyd. Euchlorine.

§. 475.

Wenn vier Volum Chloringas mit zwei Vo-

lum Sauerstoffgas gemengt werden, so bleiben 5 Volum einer Gasart über, welche eine gasförmige Verbindung von Chlorine und Sauerstoff ausmacht, und Chlorinoxydgas, von H. Davy hingegen Euchloringas, aus dem griechischen Wörtern ευ (sehr) und χλωρος (gelb), also sehr gelb, abgeleitet, genannt wird. Jenes Gas ist ein Produkt der Mischung aus Chlorine und Sauerstoff und enthält, dem Gewicht nach berechnet, in 100 Theilen 81,5 Chlorine und 18,5 Sauerstoff. Das Gewicht eines Atoms von selbigem wird durch Berzelius zu 542,65 festgestellt.

§. 476.

Um das Chlorinoxydgas (Euchloringas) darzustellen, werden 1 Theil Chlorinkali, 2 Theile gewöhnliche Hydrochlorinsäure und 2 Theile Wasser, in einem pneumatischen Apparate gelinde erwärmt, nun das sich entwickelnde Gas über Quecksilber aufgefangen und dann mit dem Quecksilber geschüttelt um das wenige Chloringas daraus hinweg zu nehmen, welches etwa damit gemengt seyn kann. Diese Operation ist gefährlich, da sie oft mit einer Explosion verbunden ist, wodurch die Gefäſse gesprengt werden. Deshalb ist es nothwendig, durch Maskirung des Gesichts und der Hände, sich sicher zu stellen. Auf eine weniger gefährliche Weise kann man das Chlorinoxydgas erhalten, wenn ein Gemenge von 1 Theil starker Hydrochlorinsäure mit 2 Theilen starker Salpetersäure gemengt und das Gemenge gelinde überdestillirt wird.

Beispiele.

a. Man vermenge in einem Kolben von starkem Glase, dessen Oeffnung mit einem durch einen Stöpsel

luftdicht befestigten Gasentbindungsrohr versehen ist, 1 Theil geriebenes Chlorinkali mit 2 Theilen Hydrochlorinsäure und eben so viel destillirtem Wasser. Man lege den Kolben in ein Sandbad und überstürze ihn mit einer Kapsel von Holz, die Oeffnung des Gasentbindungsrohrs placire man unter dem Trichter des pneumatischen Quecksilberapparats. Man erwärme nun das Bad langsam durch eine Lampe, und fange das sich entwickelnde Gas in mit Quecksilber gefülleten Gefäſsen auf. Man schüttle solches mit dem Quecksilber und öffne dann die Gefäſse unter Quecksilber, damit keine atmosphärische Luft hinzutreten kann. Das nun Uebrigbleibende ist das reine Chlorinoxydgas.

b. Man destillire ein Gemenge von 1 Theil Hydrochlinsäure und 2 Theilen starker Salpetersäure gelinde so lange, mittelst des Quecksilberapparats, als noch Gas entwickelt wird, und reinige solches durch das Schütteln mit Quecksilber.

Eigenschaften des Chlorinoxydgases.

§. 477.

Jenes Gas zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Seine Farbe ist dunkelgelb; 2) sein specifikes Gewicht verhält sich zu dem der atmosphärischen Luft wie 2,409 : 1,000. 3) Sein Geruch ist dem eines Gemenges von gebranntem Zucker und Chlorine ähnlich. 4) Blaues Lackmuspapier, das hineingetaucht wird, wird anfangs geröthet, bald darauf aber völlig entfärbt. 5) Wird es, in einem Gefäſse über Quecksilber gesperret, erwärmt, so explodirt es schon bei 30° Reaum. und wird in 2 Volumtheile Chloringas und ½ Volumtheil Sauerstoffgas zerlegt. 6) Wird 1 Volum dieses Gases mit 2 Vo-

lum Wasserstoffgas gemengt, so wird hydrochlorinsaures Gas und Wasser gebildet. 7) Wird es mit hydrochlorinsaurem Gas gemengt, so wird Wasser und Chloringas gebildet. 8) Phosphor entzündet sich darin von selbst, und es werden Phosphorsäure und Chlorinphosphor in Maximum gebildet. 9) Glühende Kohle verbrennt darin anfangs mit hellem, späterhin mit dunklem Lichte. 10) Schwefel und verschiedene Metalle, als Spiesglanz, Arsenik, Kupfer, Eisen u. s. w., entzünden sich darin, wenn sie erwärmt hineingetragen werden, mit Explosion, und es werden Chlorüren daraus gebildet. 11) Das Wasser nimmt von jenem Gase, bei der Temperatur von + 5° Reaum. sein zehnfaches Volum auf. Das daraus gebildete liquide Chlorinoxyd besitzt eine dunkelgelbe Farbe und einen sehr scharfen ätzenden Geschmack.

Anmerkung. Wenn die Chlorine, im gröſsern Verhältnisse, mit Sauerstoff verbunden wird, so geht hieraus die Chlorinsäure in ihren verschiedenen Zuständen hervor, welche späterhin bei den Säuren erörtert werden sollen.

Chlorine und Kohlenstoff.

(Phosgengas.)

§. 478.

Chlorine und Kohlenstoff scheinen keiner Verbindung auf direktem Wege fähig zu seyn, weil selbst in der Glühhitze keine Wechselwirkung bemerkt wird. Wenn aber Chloringas und Kohlenstoffoxydgas (§. 424.), zu gleichem Volum, mit einander gemengt werden und das Gemenge einige Stunden lang der Einwirkung des Sonnenlichts unterworfen wird, so

vermindern sich beide Gasarten bis zur Hälfte des vorigen Volums. Jenes Gas, welches Humphry Davy entdeckt hat, wird von ihm Phosgengas genannt, weil solches durch die Einwirkung des Sonnenlichts gebildet worden; eine Benennung, die nicht gut gewählt ist. Nach Davy ist jenes Gas, in hundert Gewichtstheilen, aus 28,5 Kohlenstoffoxyd und 71,5 Chlorine zusammengesetzt.

Eigenschaften des Phosgengases.

§. 479.

Jenes Gas zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Es ist farbenlos und durchsichtig. 2) Seine spec. Dichtigkeit verhält sich, zu der der atmosphärischen Luft, wie 3,680 : 1,000, 3) Sein Geruch ist widrig, säuerlich und mehr erstickend, als der vom Chloringas. 4) Es reizt die Augen zum Thränen. 5) Lackmuspapier wird davon geröthet. 6) Mit Sauerstoffgas, oder auch mit Wasserstoffgas für sich gemengt, läſst es sich nicht durch Elektricität entzünden, welches aber erfolgt, wenn vorher 1 Maſs desselben mit einem gleichen Maſs Wasserstoffgas und ½ Maſs Sauerstoffgas gemengt wird, wobei Hydrochlorinsäure und Kohlenstoffsäure gebildet wird. 7) Wird Kaliummetall hineingetragen, so wird es vollkommen vernichtet; es wird Chlorinkali und Kaliumoxyd, unter Absetzung von Kohle, gebildet, ohne daſs eine Erscheinung von Feuer bemerkt wird. 8) Zink, Arsenik, Antimonium, Zinn u. s. w., die man in jenes Gas hineinträgt, werden in Chlorinmetalle umgewandelt, und es wird Koh-

lenstoffoxydgas ausgesondert, ohne daſs Feuerentwicklung erfolgt. 9) Phosphor und Schwefel zeigen keine Wirkung darauf.

Chlorinstickstoff. Chlorinazot.

§. 480.

Mit jenem Namen hat man ein Produkt der Mischung aus Chlorine und Stickstoff bezeichnet, welches von Dülong und Davy entdeckt worden ist. Um diese Verbindung zu erzeugen, bringt man eine mit Wasser gemachte Lösung von salpetersaurem Ammoniak, oder einem andern ammonikalischen Salze, mit Chloringas in Berührung, indem man diese Lösung unter eine mit Chloringas gefüllete Glocke sperret. Das Chloringas wird nach und nach eingesaugt, und es wird auf der Oberfläche der Flüssigkeit ein ölartiges Häutchen erzeugt, das nach und nach in Gestalt von Kügelchen niederfällt, welche den Chlorinstickstoff darstellen. Man kann die Darstellung dieser Substanz auch veranlassen, indem man das Chloringas durch eine der genannten Salzlösungen hindurchströmen läſst. Mit der Erzeugung desselben ist allemal die Erzeugung von Hydrochlorinsäure verbunden. Man muſs den Chlorinstickstoff in zugeschmolzenen gläsernen Röhren, unter einer Lösung von Kochsalz eingetaucht, aufbewahren. Nach der von Porret, Wilson und Kirk ausgemittelten Bestimmung seiner Bestandtheile, enthält der Chlorinstickstoff, in hundert Theilen, 11,9 Stickstoff, 87,2 Chlorine und 0,9 Wasserstoff.

Eigenschaften des Chlorinstickstoffes.

§. 481.

Der Chlorinstickstoff zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Er erscheint als eine ölartige wachsgelbe Flüssigkeit. 2) Sein specifisches Gewicht verhält sich zu dem des Wassers wie 1,623 : 1,000. 3) Er besitzt einen eignen durchdringenden Geruch, reizt das Auge, wirkt aber weniger auf die Lunge als Chlorin. 4) Im reinen Zustande kann er eine Temperatur — 40 ° Reaum. aushalten, ohne zu erstarren, gefriert aber, wenn er mit Wasser in Berührung steht. 5) In der Luft erstarrt er sehr schnell. 6) Er ist destillirbar in der Wärme. 7) Er explodirt schnell mit heftigem Knall und Zersprengung der Gefäfse, wenn eine Veranlassung dazu vorhanden ist, wobei Stickstoffgas entwickelt wird; zwei Gran Chlorinstickstoff veranlassen dabei einen stärkern Knall als eine abgeschossene Flinte, und die Explosion ist allemal mit der Erscheinung des Lichts verbunden. Veranlassungen zu einer solchen Explosion sind: *a*) Annäherung eines glühenden Eisens; *b*) Einwirkung des Phosphors, welcher den heftigsten Knall veranlafst; *c*) Beimengung der fetten und ätherischen Oele, der Fettigkeiten, der Harze u. s. w. 8) Quecksilber, Kupfer und alle diejenigen Metalle, die sich gern mit der Chlorine verbinden, zersetzen den Chlorinstickstoff langsam, unter Entwicklung von Stickstoffgas. 9) Der Schwefel, der Zinnober, die Kohle u. s. w. zeigen gar keine Wirkung auf den Chlorinstickstoff. Jene explodirenden Wirkungen machen ihn zu einem der gefährlichsten Gegenstände für den Experimentator.

Vierte Abtheilung.

Von der Jodine.

§. 482.

Mit dem Namen Jodine, auch schlechtweg Jod, von dem griechischen Worte ιωδης (Veilchenblau) abgeleitet, wird eine einfache säurefähige Substanz eigner Art bezeichnet, welche der Sodafabrikant Courtois zu Paris im Jahre 1813 zufällig in der nicht mehr krystallisirbaren Lauge entdeckte, welche nach dem Auslaugen der Asche verschiedener Meerpflanzen zurückbleibt, die aber späterhin durch Humphry Davy, durch Gay-Lussac, durch Vauquelin und einige andere Chemiker, ihren Eigenschaften nach, näher entwickelt worden ist. Man hat ihr den Namen Jodine beigelegt, weil sie in der Wärme zu veilchenblauen Dünsten ausgedehnt wird.

§. 483.

Um die Jodine darzustellen, werden verschiedene Meerpflanzen, wie die Algen, die Ulven die Fucusarten, der Meerschwamm etc., gelinde bis zur Asche verbrannt, die Asche mit Wasser ausgelaugt und die Lauge so oft der Krystallisation unterworfen, bis sich nichts Krystallisirbares mehr ausscheiden will. Die nicht mehr krystallisirbare Mutterlauge wird mit Schwefelsäure neutralisirt, die neutrale Verbindung mit gepulvertem Manganoxyd versetzt und nun der Destillation aus einer Retorte unterworfen, da denn sehr bald veilchenblaue Dünste in der Vorlage erscheinen, die sich zu einer krystallisirten Substanz verdichten, welche die Jodine, im unreinen Zustande, darstellt, die nun

durch eine nochmalige Sublimation für sich gereinigt werden kann.

(Courtois in den *Annales de Chimie etc. Tom.* 88. *pag.* 311 und 394. *Gay-Lussac, Mémoire sur l'iode.* Ebendaselbst pag. 519. und Tom. 91. pag. 5 etc. H. Davy über einen neuen entdeckten Stoff. In Schweigger's Journal für Chemie und Physik, II. B. S. 68 etc. Vauquelin über die Jodine; in Gilberts Annalen der Physik, 48. B. S. 305 etc.)

§. 484.

Zu denjenigen Vegetabilien, in welchen bis jetzt das Daseyn der Jodine wahrgenommen ist, gehören vorzüglich (nach Davy): 1) *Fucus cartilagineus;* 2) *Fucus membranaceus;* 3) *F. rabeus;* 4) *F. filiformis;* 5) *Ulva pavonia;* 6) *Ulva linza.* Ferner gehören dahin (nach Füff): 7) *F. nodosus;* 8) *F. serratus;* 9) *F. palmatus;* 10) *F. digitatus;* (und zwar im letztern diese Meergräser in gröſster Menge); 11) *Ulva umbilicalis;* 12) der Schwamm (*Spongia marina*). Derselbe glaubt ferner, daſs die *Kryptogamisten* nur allein Jodine enthalten. Nach Strauſs findet sie sich auch im *Helminthochortos* und im Torf. Dagegen konnte Füff keine Jodine entdecken in: 1) *Fucus vesicculosus;* 2) *Plantago maritima;* 3) *Arenaria peploides;* 3) *Salsola Kali;* 5) *Salicornia;* 6) in allen kryptogamischen süſsen Wassergewächsen; 7) in *Agaricus campestris;* 8) in *Polipodium Filix* und *aculeatum;* 9) in den Moosen; 10) in den verschiedenen Flechtenarten; 11) in den Austern und 12) in den Korallen.

(Andreas Füff, in dem *Edinburg. philosoph. Journale* 1819. II. Quartal; in den *Annales de Chi-*

mie etc. Decbr. 1819. Straufs in Gilberts Annal. Jahrg. 1820. 11. Stk. des 6. Jahrg. 3. Stk. S. 242 etc.)

Eigenschaften der Jodine.

§. 485.

Die Jodine, im reinen Zustande, zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Sie erscheint concret, metallisch glänzend, schwarzgrau, ähnlich dem Graphit. 2) Sie ist krystallinisch, zuweilen in geschobenen Tafeln, zuweilen in langen Octaedern. 3) Ihre specifische Dichtigkeit verhält sich zu der des Wassers wie 4,948 : 1,000. 4) Sie ist idioelektrisch, also ein Nichtleiter für die Elektricität. 5) Sie verbreitet einen eigenen unangenehmen Geruch, ähnlich dem der Chlorine. 6) Ihr Geschmack ist sehr herbe, sie greift die Haut an und färbt sie braun. 7) Bei mittlerer Temperatur verbreitet sie braungelbe Dünste; bei $33\frac{1}{3}$ ° Reaum. schmilzt sie, und bei $65\frac{7}{9}$ ° Reaum. wird sie in veilchenblaue Dünste verflüchtigt. 8) Sie ist nicht brennbar. 9) In Wasser gekocht, entziehet sie demselben leicht Wasserstoff und erzeugt damit eine Säure eigner Art. 10) Das Gewicht eines Atoms derselben setzt Berzelius = 1266,7. Sie ist ein eigenes säurefähiges Substrat, das sowohl mit dem Sauerstoff als mit dem Wasserstoff Säuren bildet.

Beispiele.

a. Man bringe etwas Jodine in einem gläsernen Gefäfse über die Flamme einer Lampe: sie wird bald schmelzen.

b. Bei zunehmender Wärme wird sie in einen veil-

chenblauen Dunst ausgedehnet werden, der in der Kälte zu Krystallen erstarrt.

§. 486.

Das Verhalten der Jodine zum Sauerstoff und zum Wasserstoff, so wie die daraus gebildeten Säuren, werden bei den Säuren näher erörtert werden. Das Verhalten derselben zum Kohlenstoff und zum Stickstoff ist zur Zeit noch nicht bekannt. Von dem Verhalten der Jodine zur Chlorine weiſs man zur Zeit nur, daſs sich beide unter heftiger Entwickelung von Wärme verbinden und ein Jodine-Chlorit erzeugen, das theils orangegelb, theils roth ist, und, in Wasser gelegt, in ein Gemenge von Hydrochlorinsäure und Hydrojodinsäure umgewandelt wird.

Fünfte Abtheilung.

Von der Borine.

§. 487.

Mit dem Namen Borine, auch Bor[illegible] und Bor, wird ein eignes säurefähiges Element bezeichnet, welches für sich noch niemals vorgefunden worden ist, mit Sauerstoff verbunden aber, eine saure Substanz eigner Art erzeugt, die theils frei, theils an verschiedene Salzbasen gebunden, im Weltraume verbreitet vorhanden liegt; besonders aber im Borax und Tinkal, einem natürlichen fossilen Salze, das in Ostindien und Persien gefunden wird.

§. 488.

Die erste Kenntniſs von der Borine verdankt

man Gay-Lussac und Thenard; auch wurde ihre Eigenthümlichkeit bald durch Humphry Davy außer Zweifel gesetzt. Homberg war unstreitig der erste, welcher bereits im Jahre 1702 bewieß, daß der Borax ein Produkt der Mischung aus Natron und einer eignen sauren Substanz ausmache, ohne jedoch die eigene Natur dieser Säure näher entwickeln zu können. Erst späterhin wurde die saure Natur jener Substanz im Borax näher begründet und ihr der Name Boraxsäure beigelegt, ohne daß man jedoch das Daseyn eines eigenen säurefähigen Substrats darin erweisen konnte, bis solches im Jahre 1808, durch Gay-Lussac und H. Davy, außer Zweifel gesetzt wurde.

(Gay-Lussac und Thenard, über die Zerlegung der Boraxsäure. In Gilberts Annalen der Physik, 30. Band, S. 363 etc. H. Davy, über die Zersetzung und Wiederzusammensetzung der Boraxsäure. In Schweiggers Journal für Chemie und Physik. 2. Band, S. 48 etc. und Gilberts Annalen der Physik etc. 35. Band, S. 440 etc.)

§. 489.

Jenem Substrate der Boraxsäure hat man den Namen Borine beigelegt. Um die Borine rein darzustellen, wird die bis zum Verglasen geschmolzene und zartpulverisirte Boraxsäure, mit ihrem gleichen Gewicht in kleine Stückchen zerschnittenem Kaliummetall gemengt, das Gemenge in ein Rohr von Platin (allenfalls auch von Kupfer) eingeschlossen, die Oeffnung desselben mit einem Gasentbindungsrohr verbunden und solches durch Quecksilber gesperret. Man erhitzt nun das Rohr mit seinem

Inhalt

Inhalt bis zum Rothglühen und hält es 10 bis 15 Minuten darin. Das Kalium entziehet der Boraxsäure dabei den Sauerstoff, und wird dadurch in Kaliumoxyd umgewandelt, das mit der abgeschiedenen Borine verbunden bleibt. Man nimmt jenes Gemenge aus dem Rohre heraus, kocht es mit sehr verdünnter Hydrochlorinsäure (Salzsäure), laugt es dann gut aus und trocknet das Ausgelaugte in gelinder Wärme; es stellt nun die Borine dar. Eine gleiche Scheidung der Borine wird aus der Boraxsäure erhalten, wenn sie der Einwirkung der Volta'schen Säule unterworfen wird.

Eigenschaften der Borine.

§. 490.

Die reine Borine ist dunkelbraun, ins Grüne sich hinneigend, von Farbe. Sie ist undurchsichtig und zerreibbar. Sie ist in der Weifsglühhitze weder schmelzbar noch flüchtig. Sie ist geschmacklos und geruchlos. Sie ist idioelektrisch, also ein Nichtleiter der Elektricität. Wird die Borine, abgeschnitten vom Zutritte der atmosphärischen Luft, einige Zeit in der Weifsglühhitze erhalten, so ziehet sie sich enger zusammen und ihre Dichtigkeit nimmt so zu, dafs sie in concentrirter Schwefelsäure zu Boden sinkt. Bei der gewöhnlichen Temperatur wird die Borine weder in der atmosphärischen Luft noch im Sauerstoffgas verändert; bei $119\frac{1}{9}$ Reaumur hingegen, verbrennt die Borine nach und nach, sowohl im Sauerstoffgas als in der at-

mosphärischen Luft, mit rother Flamme und knisterndem Geräusche, und wird in Boraxsäure umgewandelt. Von der Salpetersäure wird die Borine, unter Entwickelung von Stickstoffoxydgas, aufgelöst und in Boraxsäure umgewandelt. Sie ist weder im Alkohol noch im Aether, noch in den fetten und ätherischen Oelen lösbar. Das Gewicht eines Atoms derselben, setzt Berzelius = 69,655.

Borine und Sauerstoff.

(Borinoxyd).

§. 491.

Wenn die Verbrennung der Borine im Sauerstoffgas langsam von statten geht, so bildet sich ein Mitteldimg zwischen der Borine und der Boraxsäure und dieses ist ein Borinoxyd; das schwarz von Farbe ist und zur Verbrennung eine höhere Temperatur, als die Borine bedarf. Nach H. Davy soll das Borinoxyd in hundert Theilen, aus 75 Borine und 25 Sauerstoff zusammengesetzt seyn. Die Existenz dieses Oxyds ist aber noch nicht evident erwiesen. Treten dagegen 25,83 Borine mit 74,17 Sauerstoff in Mischung, so geht (nach Berzelius) die Boraxsäure daraus hervor; von der späterhin geredet werden wird.

§. 492.

Nach H. Davy und Leop. Gmelin, ist auch eine Verbindung der Borine mit dem Wasserstoffe möglich, die gasförmig existirt und Borinwasserstoff, oder Borinwasserstoffgas genannt wird. Man gewinnt dieses Gas (nach

Davy), wenn die Verbindung der Borine mit Kaliummetall in Wasser gebracht wird; oder (nach Gmelin), wenn Borineisen in Hydrochlorinsäure aufgelöst wird. Jenes Gas soll wie stinkender Asand riechen, in der Vermengung mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft, unter Explosion, mit gelber Farbe verbrennen, die beim langsamen Brennen grünlich ist, und mit Chloringas gemengt, einen dicken Nebel bilden. Berzelius hält die Möglichkeit dieser Verbindung noch nicht für begründet; man muſs daher von der Folgezeit abwarten, was darüber ausgemittelt werden wird. Die möglichen Verbindungen der Borine mit dem Kohlenstoff, dem Stickstoff, der Chlorine und der Jodine, sind zur Zeit noch nicht bekannt.

(H. Davy (§. 488. *a. O.*) Leop. Gmelin, Handbuch der theoret. Chemie. 1. Band, Seite 185. Berzelius Lehrbuch der Chemie. 1. Band, Seite 303 etc.)

Sechste Abtheilung.

Von der Fluorine oder Phtorine.

§. 493.

Scheele war der erste, welcher (im Jahre 1771) das unter dem Namen Fluſs oder Fluſsspat allgemein bekannte Fossil in Kalk und eine eigenthümliche Säure zergliederte, der man den Namen Fluſssäure oder Fluſsspatsäure beigelegt hat, und die bei den Säuren näher erklärt werden wird. H. Davy glaubt gefunden zu haben, daſs die Fluſssäure aus 1 Theil eines eigenthümlichen säurefähigen Substrats, das er

Fluor oder Fluorine nennt, und 2 Theilen Sauerstoff zusammengesetzt sey. Thenard und Gay-Lussac setzen das umgekehrte Verhältniſs fest. *Ampère* nennt das Substrat jener Säure Phtorine, von dem griechischen Worte φϑόϱιος (zerstörend, tödtend) abgeleitet, weil die Säure eine sehr zerstörende Wirkung gegen die thierische Haut ausübt, und siehet jene Säure als ein Produkt der Mischung ihres Substrats mit Wasserstoff an; daher er solche auch Hydro-Phtorinsäure nennt. Jene Vermuthung scheint besonders darauf gegründet zu seyn, daſs, wenn die Fluſssäure in den Kreis der Volta'schen Säule gebracht wird, sich am negativen Pole derselben Wasserstoffgas aussondert, und am positiven Pol der Platindraht zu einer braunen Materie zerfressen wird. Bei dieser mangelhaften Kenntniſs jenes Wesens muſs man es der Zeit überlassen, was darüber ausgemittelt werden wird.

(*H. Davy, sur la nature de l'acide flurique.* In den *Annales de Chimie etc. Tome LXXXVIII. pag.* 272. Dessen Elemente der Chemie etc., übersetzt von F. Wolff. 1. Band, Seite 432 etc. Gay-Lussac und Thenard, in Gehlen's neuem Journal der Chemie etc. 8. Band, Seite 485 und in Gilberts Annalen der Physik etc. 32. Band).

Siebente Abtheilung.

Von dem Schwefel.

§. 494.

Der Schwefel *(Sulphur)* ist eine seit den dunkelsten Zeiten her bekannte verbrennliche

Substanz, welche ziemlich reichlich verbreitet im Weltraume dargeboten wird, und zwar: 1) Gediegen; 2) als ein Vererzungsmittel vieler Metalle; 3) an Sauerstoff gebunden, in den natürlichen schwefelsauern Salzen; 4) an Wasserstoff gebunden, in den Schwefelquellen; 5) als ein entferntes Element, in vielen Erzeugnissen des Thier- und Pflanzenreichs.

a) Als gediegener Schwefel (*Sulphur nativum*), auch lebendiger Schwefel (*Sulphur vivum*) und Jungfernschwefel (*Sulphur virgineum*) genannt, findet er sich: *α*) in zusammenhängenden Massen von regelmäſsiger Krystallisation, theils in langgezogenen Octaedern aus 2 vierseitigen mit ihren Grundflächen an einander stoſsenden Pyramiden gebildet, theils würflich; *β*) in ungeformten Stücken, die Gänge der Felsen durchlaufend; *γ*) in kleinen pulverartigen Krystallen, locker zusammenhängend, in Gyps, in Kalkstein und in Thonlagern, vorzüglich in Sicilien, in Spanien, in Italien, besonders im Piemontesischen und Toskanischen, in Island, in Ungarn und in der Schweiz.

b) Als Vererzungsmittel der Metalle findet sich der Schwefel: in den Kupferkiesen an Kupfer, in den Eisenkiesen oder Schwefelkiesen an Eisen gebunden und in vielen andern Mineralien.

c) An Sauerstoff gebunden, als Schwefelsäure, findet er sich mit Kalk verbunden, im Gyps, mit Natron verbunden, im Karlsba-

der Wasser und einigen andern Mineralwassern, mit Talkerde verbunden, in den Saidschützer, den Biliner und den Epsoner Mineralquellen, an Thonerde gebunden, im natürlichen Alaun.

d) An Wasserstoff gebunden, in allen natürlichen Schwefelquellen.

e) An andere Elemente gebunden, in den organischen Erzeugnissen: *α*) in den Eiern; *β*) im Horn; *γ*) in der Wolle; *δ*) in den Hülsenfrüchten; *ε*) der Wurzel des Löffelkrauts und der Wurzel von *Rumex patientia etc.*

§. 495.

Der im Handel vorkommende Schwefel in Stangenform wird Stangenschwefel genannt. Er ist entweder aus dem gediegenen Schwefel bereitet oder aus dem, welcher aus den Schwefelkiesen geschieden worden ist. Um den Schwefel aus den Kiesen darzustellen, werden solche *a*) entweder der Destillation aus irdenen oder eisernen Röhren unterworfen; oder *b*) sie werden auf bedeckten Herden geröstet.

a) In Schlesien, in Sachsen und in Böhmen bedient man sich zur Ausscheidung des Schwefels aus den Schwefelkiesen, der Schwefelbrennöfen oder Treiböfen, einer Art länglich-viereckiger Galeerenöfen, in welchen irdene oder auch wohl eiserne cylindrische Röhren wagerecht eingelegt sind, die sich am Ausgange conisch verengern und mit gegossenen eisernen Vorlagen verschlossen sind. Jene Röhren, von welchen mehrere in einem Ofen neben einander

placirt sind, werden mit den zerstückelten Kiesen angefüllet, dann die weite Oeffnung mit Stöpseln verschlossen, und nun die Destillation, bei nach und nach verstärktem Feuer, verrichtet. Der Ueberschufs des Schwefels aus den Kiesen schmilzt hierbei aus und fliefst in die Vorlage ab, und die vom geschiedenen Theil des Schwefels befreiten Kiese bleiben zurück, welche in diesem Zustande Schwefelbrände genannt werden.

b) Zu Goslar am Harz, woselbst der Schwefel aus den dort vorkommenden schwefelreichen Silber-, Kupfer-, Zink- und Bleierzen des Rammelsberges gezogen wird, bedient man sich dazu der folgenden Methode. Man errichtet eine viereckige Holzlage, die auf jeder Seite 30 bis 36 Fufs lang ist. Auf diese wird das Erz in Gestalt einer 12 bis 15 Fufs hohen abgestumpften Pyramide aufgeschüttet. In der Mitte dieses Röstherdes befindet sich ein Rauchfang, um den zum Verbrennen des Holzes nöthigen Luftzug zu unterhalten. Die Oberfläche des Erzhaufens wird mit Grubenklein oder mit feuchtem Lehm und Asche bedeckt, in welcher Decke hin und wieder Vertiefungen gemacht werden. Nun wirft man, um die Holzmasse zu entzünden, durch die Oeffnung des Rauchfangs, glühende Kohlen in das Holz. So wie die Röstung beginnt, wird der Schwefel verflüchtiget, und sammelt sich in den Vertiefungen in flüssiger Form, aus welchen er von Zeit zu Zeit ausgeschöpft wird.

c) Auf eine sehr sinnreiche, bisher geheimge-

haltene Weise, geschiehet die Scheidung des Schwefels aus den Kiesen (nach Berzelius) zu Fahlun und bei Oestra Silfverberg in Dalekarlien. Man setzt dort die Schwefelkiese in eigene Oefen ein, die mit langen liegenden Schornsteinen versehen sind, und nur zunächst am Ofen aus Ziegeln gemauert, übrigens aber aus Holz erbauet sind. Die Kiese werden in dem Ofen angezündet und brennen dann von selbst fort. Durch die hierbei erzeugte Hitze wird der Schwefel ausgetrieben und folgt dem aufsteigenden Rauche, setzt sich aber in den Holzschlothen ab, durch welche er ziehet. Der dadurch gewonnene Schwefel erscheint in mehliger Form und wird dann nochmals besonders gereinigt.

§. 496.

Der auf jenen beiden ersten Wegen aus den Kiesen gezogene Schwefel wird Rohschwefel genannt; er ist grau von Farbe und sehr unrein, daher muſs er geläutert werden. Man verrichtet solches, indem man denselben in einer Art Galeerenofen (Läuterofen), in welchem sich geneigt gestellte groſse eiserne Kolben (Läuterkrüge) placirt befinden, in die der Rohschwefel gebracht wird, destillirt. Die Oeffnung eines jeden wird mit einer Art Helm (dem Sturz) verschlossen, dann lutirt, und hierauf das Rohr des Sturzes in eine irdene oder eiserne Vorlage (den Vorläufer) abgeleitet, welche an der obern Seite eine zweite Oeffnung hat, um die Luft zuzulassen, und eine dritte Oeffnung unten, um den darin gesammelten geläuterten Schwe-

fel abzulassen; welche Oeffnungen, während der Arbeit, mit hölzernen Zapfen verschlossen werden. Wenn nun der Ofen geheitzt wird, so gehet der reine Schwefel in die Vorlage über. Aus dieser wird er in irdene Töpfe flüssig abgezogen, und nun in hölzerne inwendig ausgehöhlte und mit Wasser befeuchtete Formen zu Stangen ausgegossen. Was nach dem Läutern des Schwefels zurückbleibt, wird Roſsschwefel (*Sulphur caballinum*) genannt.

Eigenschaften des Schwefels.

§. 497.

Der völlig reine Schwefel ist bisher für ein chemisch einfaches Wesen gehalten worden. Es scheint aber, daſs er stets etwas Wasser und auch Wasserstoff eingemengt enthält, von dem er, selbst durch das Schmelzen im Feuer, nicht befreiet werden kann. Er zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) seine Farbe ist ein schönes Gelb (Schwefelgelb); 2) in seinem gediegenen krystallinischen Zustande ist er durchscheinend, auſserdem undurchsichtig; 3) seine specifische Dichtigkeit verhält sich zu der des Wassers wie 1,980 zu 1,000, dagegen die des unreinen über 2,000 steigt; 4) er ist hart, sehr spröde; 5) er ist geruchlos und geschmacklos; wird er aber stark gerieben, so verbreitet er einen eigenen Geruch und erregt auf der Zunge einen eigenen Geschmack; 6) er ist idioelektrisch und zeigt elektrische Anziehung, wenn er gerieben wird; 7) er ist unauflöslich im reinen Wasser aber auflöslich im war-

men Alkohol; 8) das Atomgewicht desselben setzt Berzelius = 201,16.

Schwefel und Wärme.

§. 498.

Wenn der Schwefel auf 30 Grad Reaum. erwärmt wird, oder wenn man ihn lange in der warmen Hand hält, so bemerkt man ein knisterndes Geräusch und er springt in Stücke, bei höhern Graden der Temperatur schmilzt er aber und verflüchtigt sich in Dämpfen, die in der Kälte wieder erstarren.

Beispiele.

a. Man setze den Schwefel einer Temperatur von 80° Reaum. (= 100° Celsius) in einem Gefäſse aus: er wird bald die Form einer zähen Flüssigkeit annehmen.

b. Bei 82° Reaum. (= 104,5° Celsius) erscheint er vollkommen flüssig, durchscheinend, röthlich gelb von Farbe und läſst sich nach Belieben in Formen ausgieſsen.

c. Läſst man ihn in diesem Zustande erkalten, so erstarret er zu einer strahlig-krystallinischen Substanz und nimmt die vorige gelbe Farbe wieder an.

d. Wird der Schwefel bis zu 132° Reaumur (= 165° Cels.) erhitzt, so nimmt er eine braune Farbe an, wird zähe und verliert seine tropfbare Form ganz; wenn er aber allmälig abkühlt, so verliert sich die braune Farbe und die vorige Flüssigkeit wird wieder hergestellt.

e. Wird das Schmelzen des Schwefels lange fortgesetzt und man gieſst ihn dann im Wasser aus, so erstarret derselbe zu einer braunen teigigen Substanz, die sich kneten und formen läſst, nur erst allmälig wie-

der an der Luft erhärtet, und dann eine gröſsre specifische Dichtigkeit zeigt.

f. Wird der Schwefel (in einem verschlossenen Raume) bis zu 114° Reaum. (= 143° Celsius) erhitzt, so dehnt er sich zu einem orangefarbenen Dunste aus, der sich in der Kälte zu einem gelben Pulver verdichtet; er wird also verflüchtiget.

g. Wird er bis zu 252⅘° Reaum. (= 316° Celsius) erhitzt, so kommt er völlig zum Sieden.

Schwefelblumen.

§. 499.

Auf die Eigenschaft des Schwefels, sich in der Hitze, unter Abscheidung der Luft, zu verflüchtigen und in der Kälte wieder zu erstarren, gründet sich die (§. 496.) erörterte Läuterung desselben, oder die Trennung von den damit gemengten nicht flüchtigen Stoffen. Einen so verflüchtigten und zur gelben pulverigen Masse erstarreten Schwefel nennt man Schwefelblumen (*Flores sulphuris*). Sie werden in Holland und in England fabrikmäſsig bereitet.

a) In Holland bedient man sich zur Bereitung der Schwefelblumen eines Gefäſses von gebranntem Thon, das in einen Ofen eingemauert ist. Das Gefäſs wird mit Schwefel angefüllet. Seine Oeffnung wird mit einem zweiten Gefäſse bedeckt, das sich auſserhalb des Ofens befindet. Wird nun das untere Gefäſs geheizt, so steigt der Schwefel in Dünsten in das obere Gefäſs empor, welche in dessen kälterm Raume sich zu einer pulverigen Materie verdichten, die nun die Schwefelblumen darstellt.

b) In England bedient man sich dazu einer viereckigen Kammer, die ausgemauert, oder auch aus hölzernen Bohlen verfertigt ist, davon jede Seite 20 Fuſs lang ist. An einer der äuſsern Wände ist ein 2 Fuſs im Durchmesser haltender Kessel aus Guſseisen angebracht, welcher überwölbt ist, und aus dessen Wölbung zwei Röhren zu dem innern Raume der Kammer führen. Der Rauchfang des Ofens, in welchem der Kessel placirt ist, hat weder mit der Kammer noch mit dem innern Raum des Kessels Gemeinschaft. Wenn nun der Kessel mit Schwefel angefüllet ist, so giebt man ihm so viel Hitze, daſs der Schwefel im Fluſs erhalten wird, da er denn in Dünsten sich verflüchtiget, die sich im innern Raume der Kammer erheben, und sich daselbst zur lockeren pulverigen Masse verdichten.

c) Weil die Dämpfe des Schwefels hier von der Einwirkung der Luft nicht ganz abgeschnitten werden können, so bildet sich etwas Schwefelsäure, daher die Schwefelblumen stets sauer reagiren.

Schwefel und Sauerstoff.

§. 500.

Bei der mittlern Temperatur zeigt der Sauerstoff keine Einwirkung auf den Schwefel; wenn aber Schwefel und Sauerstoffgas, oder auch bloſs atmosphärische Luft, bei einer hinreichend erhöheten Temperatur mit einander in Berührung gebracht werden, so tritt eine Wechselwirkung ein und es gehen neue Produkte dar-

aus hervor. Der Schwefel kann sich unter vier verschiedenen Verhältnissen mit dem Sauerstoff verbinden, und zwar wie 1 : 1, 1 : 2; 1 : 2,5; und eins zu 3; und es werden auch eben so viel verschiedene Produkte gebildet, nämlich:

1) Hyposchweflige Säure, aus 66,80 Schwefel und 33,20 Sauerstoff zusammengesetzt.
2) Schweflige Säure, aus 50,144 Schwefel und 49,856 Sauerstoff zusammengesetzt.
3) Hyposchwefelsäure, aus 44,59 Schwefel und 55,41 Sauerstoff zusammengesetzt.
4) Schwefelsäure, aus 40,14 Schwefel und 59,86 Sauerstoff zusammengesetzt.

Eine niedrere Stufe der Oxydation des Schwefels, z. B. ein nicht saures Schwefeloxyd, das man oft vermuthet hat, scheint demnach nicht zu existiren. Die oben genannten Verbindungen werden bei den Säuren näher erörtert werden.

Schwefel und Wasserstoff. Schwefelwasserstoff. Hydrothionsäure.

§. 501.

Wenn der Schwefel mit dem Wasserstoffe in Mischung tritt, so geht daraus eine eigne gasfähige Verbindung hervor, welche im gasförmig ausgedehnten Zustande Schwefelwasserstoffgas (*Gas sulphuretum hydrogenii*) genannt wird. Die Verbindung des Schwefels mit dem Wasserstoff erfolgt nicht unmittelbar; denn man kann den Schwefel in einem Gefäſse mit Wasserstoffgas über dem Feuer schmelzen, ohne daſs eine Vereinigung erfolgt. Wenn der Schwe-

fel aber vorher an ein Metall (z. B. Eisen oder Antimon oder Zinn) gebunden und nun die Verbindung in mit Wasser verdünnter Schwefelsäure oder Hydrochlorinsäure, mit Unterstützung der Wärme, aufgelöst wird, so wird eine Gasart von stinkendem Geruch entwickelt, welche das Schwefelwasserstoffgas darstellt.

Beispiele.

a. Zartgepulvertes Schwefelantimonium (rohes Schwefelspiefsglanz) übergiefse man in einer pneumatisch - chem. Geräthschaft mit dem sechsfachen Gewicht mäfsig starker Hydrochlorinsäure (Salzsäure), placire das Gasentbindungsrohr unter den Trichter der pneumatischen Wanne und das Gefäfs über die Flamme einer Lampe. Man lasse erst so viel Gas entweichen, als der leere Raum der Gefäfse beträgt, welches gröfstentheils atmosphärische Luft ist, und fange sodann das sich entwickelnde Gas über warmen Wasser, in damit gefüllten Gefäfsen auf, so lange als sich noch etwas entwickelt.

b. Statt des Schwefelantimons kann man auch gleiche Theile metallisches Eisen und Schwefel in einem Tiegel zusammenschmelzen und das daraus gewonnene Schwefeleisen in Anwendung setzen. Das auf diesem Wege bereitete Gas ist aber immer mit etwas reinem Wasserstoffgas gemengt.

c. Bei jener Behandlung des geschwefelten Metalls mit der wasserhaltigen Säure wirkt die Säure als ein Begünstigungsmittel für die Zerlegung des Wassers durch das Metall. Dieses entziehet ihm seinen Sauerstoff, und der daraus frei werdende Wasserstoff vereinigt sich nun mit dem Schwefel, um Schwefelwasserstoff zu erzeugen, der, durch den Beitritt der Wärme, zu Schwefelwasserstoffgas ausgedehnt wird.

Eigenschaften des Schwefelwasserstoffgases.

§. 502.

Das Schwefelwasserstoffgas ist ein Produkt der Mischung aus 94,176 Schwefel und 5,824 Wasserstoff im Hundert. Es zeichnet sich in seinem reinen Zustande durch folgende Eigenschaften aus: 1) Es ist durchsichtig und farbenlos. 2) Es besitzt einen widrigen, den faulen Eiern gleichen Geruch. 3) Seine specifische Dichtigkeit verhält sich zu der der atmosphärischen Luft (nach Gay-Lussac) wie 1,1912, und (nach Thomson) in 1,181 : 1,000. 4) Es ist nicht fähig die Respiration zu unterhalten; lebende Thiere werden darin augenblicklich getödtet, und in Vermengung mit atmosphärischer Luft eingehaucht, werden Lungenentzündungen dadurch veranlaſst. 5) Brennende Körper erlöschen darin; wenn es aber, mit seinem gleichen Volum atmosphärischer Luft gemengt, einem Lichte genähert wird, so verbrennt es mit einer blauen Flamme und es fällt Schwefel zu Boden; mit seinem doppelten Volum atmosphärischer Luft gemengt, brennt es und läſst schwefligsaures Gas zurück; aber mit seinem vierfachen Volum Sauerstoffgas gemengt, brennt es mit starkem Knall ab. 6) Die meisten Metalle, die damit in Berührung treten, laufen an und werden geschwärzt. 7) Es wird vom Wasser so reichlich aufgenommen, daſs das kalte Wasser sein zwei und ein halbfaches Volum davon einsaugt und dadurch die chemischen Eigenschaften des Gases annimmt. 8) Feuchtes Lackmuſspapier, mit jenem Gas in Berührung gebracht, wird davon geröthet; es besitzt also einen sauern Cha-

rakter. 9) Wird jenes Gas mit metallischem Zinn in Berührung gebracht, so nimmt solches den Schwefel daraus in sich und es bleibt Wasserstoffgas zurück, ohne daſs sein Volum vermehrt wird. 10) Durch rauchende Salpetersäure, so wie durch Chlorinwasser, wird sowohl das Schwefelwasserstoffgas, als das mit selbigem geschwängerte Wasser sogleich zersetzt und Schwefel niedergeschlagen. Das Gewicht eines Atoms Schwefelwasserstoff setzt Berzelius auf 213,60 fest.

Beispiele.

a. Man tauche eine silberne Münze in ein Gefäſs mit Schwefelwasserstoffgas: sie wird sogleich anlaufen.

b. Man nähere der Oeffnung eines mit jenem Gase gefülleten Cylinders ein brennendes Licht: es wird mit einer blauen Flamme langsam abbrennen und Schwefel zu Boden fallen.

c. Man setze zu dem in einem Cylinder aufgefangenen Gase ein Paar Tropfen rauchende Salpetersäure: es wird sogleich Schwefel gefället werden; dieses ist auch der Fall, wenn das mit jenem Gas verbundene Wasser mit rauchender Salpetersäure versetzt wird.

d. Man bringe mit jenem Gase, so wie mit dem damit verbundenen Wasser, etwas blaues Lackmuſspapier in Berührung: es wird sehr bald geröthet werden.

§. 503.

Auf die sauern Eigenschaften jenes Gases gegründet, und der ihm zum Substrate dienenden eigenthümlichen Säure, ist solches hydrothionsaures Gas, und seine Verbindung mit dem Wasser Hydrothionsäure genannt worden, aus den griechischen Wörtern ὕδωρ (Wasser) und

θεῖον

θεῖον (Schwefel) gebildet. Man nannte selbiges sonst hepatische oder Schwefelleber-Luft, und bereitete solches durch die Zersetzung der Auflösung einer zusammengeschmolzenen Verbindung von Schwefel und Kali, welche Schwefelleber genannt wird, in Wasser, durch mit Wasser verdünnete Schwefel- oder Salzsäure. Natürlich gebildet findet dasselbe sich in den natürlichen Schwefelquellen, worin solches den Hauptbestandtheil ausmacht. Dasselbe Gas wird auch gebildet, beim Prozeſs der Verdauung der genossenen Nahrungsmittel, besonders der Hülsenfrüchte, der Rüben, der Kohlarten u. s. w., und, in Vermengung mit Kohlenwasserstoffgas, oft auch Phosphorwasserstoffgas, durch den Darmkanal ausgeführt; daher der jenem Gas ähnliche Geruch der nach dem Genuſs solcher Speisen abgehenden Winde. Aus gleichem Grunde entwickelt dasselbe sich auch aus den faulenden thierischen Excrementen und verbreitet ihren stinkenden Geruch, und es ist die Ursache, warum Metalle in Pferdeställen leicht anlaufen.

Tropfbarer Schwefelwasserstoff.

§. 504.

Auſser dem vorher gedachten gasförmigen Schwefelwasserstoff, kennt man noch ein zweites Produkt solcher Art von tropfbar-flüssiger Form, in welchem (nach Berzelius) der Wasserstoff mit dreimal so viel Schwefel verbunden zu seyn scheint, als im gewöhnlichen Schwefelwasserstoffgas, welches jedoch noch nicht genau ausgemittelt ist. Um diese

Substanz zu erhalten, schmelzt man gleiche Theile Schwefel und halbkohlenstoffsaures Kali, in einem bedeckten Tiegel zusammen, bis alles ruhig fliefst und giefst die geschmolzene Masse aus. Die Masse wird schnell zerkleinert und in so viel Wasser gelöst, dafs eine concentrirte Lösung daraus gebildet wird, die man filtrirt. Während jene Masse, die aus Schwefel und Kaliummetall zusammengesetzt ist, im Wasser gelöst wird, entziehet das Kalium dem Wasser einen Theil Sauerstoff und bildet damit Kaliumoxyd; der dadurch frei werdende Wasserstoff verbindet sich dagegen mit dem Schwefel zum Schwefelwasserstoff, der mit dem Kaliumoxyd verbunden bleibt. Setzt man nun so viel Hydrochlorinsäure in kleinen Portionen hinzu, als das Kali zur Sättigung erfordert, so wird der Schwefel in Verbindung mit dem Wasserstoff ausgesondert. Man kann diese Verbindung in einer verschlossenen Flasche aufbewahren; das überschwefelte Wasserstoffgas ist aber sehr geneigt, sich in Schwefel und Schwefelwasserstoffgas zu zersetzen, welches letztere entweicht, und das Gefäfs zu zersprengen strebt; dagegen der Ueberschufs des Schwefels sich aussondert.

Schwefelmilch. Präzipitirter Schwefel.

§. 505.

Wenn man reinen gepülverten Schwefel mit so viel Kaliätzlauge oder mit Kalkmilch kocht, als erforderlich ist ihn aufzulösen, so erhält man eine ähnliche Verbindung, wie vorher, d. h. von

Kali oder Kalk und überschwefeltem Schwefelwasserstoff in Wasser gelöst. Wird sie filtrirt, mit dem zwölffachen Volum Wasser verdünnet, und nun, (im ersten Fall mit Schwefelsäure, im zweiten mit Hydrochlorinsäure) nach und nach präzipitirt, so entweicht das meiste Schwefelwasserstoffgas (§. 504.) mit Brausen, die Flüssigkeit nimmt eine milchähnliche Beschaffenheit an und es fällt ein gelbweißes Pulver zu Boden, welches so oft mit reinem Wasser ausgesüßt werden muß, bis keine salzige Theile mehr übrig sind. Es wird in diesem Zustande (nach gelindem Trocknen) Schwefelmilch (*Lac sulphuris*) oder auch präzipitirter Schwefel genannt und als Gegenstand der Arzneikunst angewendet. Jenes Pulver ist gleichfalls eine Verbindung von Schwefel und Schwefelwasserstoff, aber in einem noch geringern Verhältniß des letztern. Durch das Erhitzen kann der Schwefelwasserstoff daraus hinweggeschaffet werden. An der Luft saugt die Schwefelmilch leicht Sauerstoff ein, der mit dem Wasserstoffe verbunden Wasser erzeugt und geht in die Beschaffenheit des gewöhnlichen Schwefels über.

Schwefel und Kohlenstoff.

(Schwefelkohlenstoff.)

§. 506.

Mit dem Kohlenstoff kann sich der Schwefel unter 3 verschiedenen Verhältnissen verbinden, und es gehen daraus auch 3 verschiedene Produkte hervor: ein gasförmiges, ein tropfbarflüs-

siges und ein concretes. Das erste wird Schwefelkohlenstoffgas genannt. Da der Schwefel in der Hitze zu flüchtig ist, als dafs er sich mit der Kohle vollkommen durchdringen könnte, so mufs derselbe, an einen andern Körper gebunden, der Kohle dargeboten werden. Man erreicht diesen Zweck, wenn man Schwefel und trocknes Aetzkali zusammenschmelzt und das daraus gebildete Schwefelkalium mit zart gepülverter und vorher gut ausgeglüheter Holzkohle gemengt, der trocknen Destillation aus einer steinernen Retorte unterwirft und das sich entwickelnde Gas über Wasser auffängt.

Beispiele.

a. Man menge 2 Theile trocknes Aetzkali und 1 Theil Schwefel im zerriebenen Zustande zusammen, fülle damit einen etwas geräumigen irdenen Schmelztiegel an und schmelze das Gemenge so lange, bis solches ruhig fliefst und giefse es aus.

b. Man reibe das entstandene Schwefelkalium mit seinem gleichen Gewicht gut ausgeglüheter und zart gepülverter Holzkohle zusammen, fülle das Gemenge in eine steinerne Retorte, deren Hals mit einem Gasentbindungsrohre versehen ist, unterwerfe solches der Destillation im Reverberirfeuer, und fange das sich entwickelnde Gas über Wasser auf. Es stellt nun das Schwefelkohlenstoffgas dar.

§. 507.

Das Schwefelkohlenstoffgas war schon Scheele'n bekannt, ist aber bisher nicht weiter genauer untersucht worden. Es zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Es ist durchsichtig und farbenlos. 2) Es besitzt einen dem Schwefelwasserstoff ähnlichen Geruch, reagirt

aber nicht als Säure und wird auch nicht vom Wasser eingesaugt. 3) Es kann weder die Respiration noch die Verbrennung unterhalten. 4) Mit atmosphärischer Luft oder mit Sauerstoffgas gemengt, läfst es sich aber entzünden, wobei kohlenstoffsaures Gas und Schwefelsäure erzeugt werden. 5) Hinzugesetztes Chloringas zerlegt es augenblicklich und es wird Schwefel niedergeschlagen. Rücksichtlich des Verhältnisses seiner Bestandtheile, bedarf es noch einer nähern Untersuchung.

Schwefelalkohol.

§. 508.

Was man Schwefelalkohol nennt, ist nichts anders, als Schwefelkohlenstoff in liquider Form. Diese Verbindung wurde im Jahr 1796 von Lampadius zuerst entdeckt, indem er mit Schwefelkies gemengte Braunkohle destillirte. Seine Erzeugung ist auf die Vereinigung des Kohlenstoffs mit dem Schwefel, unter bestimmten quantitativen Verhältnissen, gegründet, daher die Verbindung auch auf andern Wegen bewirkt werden kann.

Beispiele.

a. Um den Schwefelalkohol zu bereiten, fülle man ein irdenes Rohr mit kleinen Stücken vorher gut ausgeglüheter Holzkohle. Man placire solches in den länglich-viereckigen Ofen (*Tab. II. Fig.* 13.); in die eine Oeffnung desselben befestige man den Hals einer mit reinem Schwefel gefülleten Retorte luftdicht. In der entgegengesetzten Oeffnung des Rohrs befestige man den kurzen Schenkel eines unter einen rechten Winkel gebogenes gläsernes Rohr, das mit der Oeffnung seines

langen Schenkels bis auf den Boden einer zum dritten Theil mit reinem Wasser gefülleten Flasche hinab reicht, welche zwei Oeffnungen hat, wovon die zweite dazu bestimmt ist, ein Gasentbindungsrohr aufzunehmen, das unter Wasser geleitet wird; diese Flasche wird in einem Gefäſse mit Schnee oder Eis umgeben gehalten.

b. So vorgerichtet erhitze man nun das Rohr nebst der darin eingeschlossenen Kohle zum Rothglühen; darauf erhitze man die Retorte, welche den Schwefel enthält. Der Schwefel verflüchtigt sich in Dämpfen, welche die Kohle durchstreichen, wodurch der Schwefelalkohol gebildet wird, der sich nun unter dem Wasser in der Flasche sammelt; was sich an gasförmiger Flüssigkeit entwickelt, entweicht durch das Gasentbindungsrohr.

c. Da die Bildung des Schwefelalkohols von dem richtigen Zusammentreffen des Schwefeldampfs mit der Kohle abhängig ist, so muſs die Feuerung so regiert werden, daſs nicht zu viel, aber auch nicht zu wenig Schwefeldampf mit einemmale an die Kohle tritt. Tritt zu viel Schwefel hinzu, so gewinnt man eine teigige krystallisirbare Substanz, die das Rohr verstopft und ein Zersprengen der Gefäſse veranlasset. Tritt aber zu wenig hinzu, so gewinnt man das Schwefelkohlenstoffgas (§. 506.), aber keinen tropfbaren Schwefelalkohol.

d. Wenn der erhaltene Schwefelalkohol eine gelbe Farbe besitzt, so hält er Schwefel gelöst, und muſs durch eine nochmalige Destillation, bei sehr gelinder Wärme, gereinigt werden.

§. 509.

Auſser der hier angegebenen Methode, kann der Schwefelalkohol auch bereitet werden: 1) wenn man den Schwefel gleich in den äuſsern Theil des Rohrs placirt und ihn nach und nach

in den erhitzten Theil nachschiebt; 2) wenn man ein Gemenge von gepülvertem Schwefelkies und Kohle, oder zartgepülvertem Schwefelantimonium und Kohle zusammen destillirt. In allen diesen Fällen, besonders aber im ersten, bleibt die überflüssige Kohle zerfressen und mit Schwefel verbunden zurück. Versucht man diese Operation in einem eisernen oder kupfernen Rohre zu machen, so werden sie zerfressen.

(Lampadius, in seinen Beiträgen zur Erweiterung der Chemie etc. 1. B. 1808. S. 1. etc. Berzelius, über den Schwefelalkohol. In Gilbert's Annalen der Physik. Neue Folge. 14. Jahrgang. 10tes Stück, oder 18. B. 2. St. S. 135. 153. 167 u. 177. Berzelius, Lehrbuch der Chemie etc. 1. B. 1820. S. 292 etc.)

Eigenschaften des Schwefelalkohols.

§. 510.

Der Schwefelalkohol, in seinem völlig reinen Zustande, zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Er ist tropfbar flüssig, klar und farbenlos. 2) Er besitzt einen widrigen stinkenden Geruch, aber einen etwas aromatischen Geschmack. 3) Er ist specifisch dichter als Wasser, und verhält sich zu selbigem, wie 1,272 : 1000. 4) Seine das Licht brechende Kraft ist = 1,645. 5) Seine Flüchtigkeit ist so groſs, daſs er in der freien Luft schon bei + 9⅗° R. mit solcher Kraft verdunstet, daſs sein Dunst eine Quecksilbersäule von 7,6 Zoll trägt und die Luft, mit der er sich verbindet, um den vierten Theil ihres Volums erweitert. 6) Bei 33⅗° R. siedet er in freier Luft. 7) Unter dem leeren Raume der Luftpumpe

erzeugt er durch sein Verdunsten eine Kälte, die — 48° Reaum. gleich kommt, ohne zu erstarren. 8) Er ist sehr entzündlich, entzündet sich aber erst bei der Temperatur von 252° Reaum., daher er bei der Annäherung eines brennenden Lichts schon in ziemlicher Entfernung Feuer fängt. 9) Er verbrennt mit blauer Flamme, entwickelt eine sehr hohe Temperatur und wird dabei in schweflichtsaures Gas und kohlenstoffsaures Gas zerlegt. 10) Er ist nicht lösbar im Wasser, theilt ihm aber seinen Geruch mit. 11) Alkohol und Aether lösen ihn unter allen Verhältnissen auf. 12) Eben so verbindet er sich mit den fetten und den ätherischen Oelen und dem Kampher. 13) Mit atmosphärischer Luft und Wasser gemeinschaftlich in Berührung gehalten, wird er mit der Zeit gelb, es wird Schwefelsäure und kohlenstoffsaures Gas erzeugt. 14) Er löset den Schwefel auf und bildet damit eine dunkelgelbe Flüssigkeit, die beim Verdunsten den Schwefel in Krystallen absetzt. Alkohol schlägt den Schwefel aus der Auflösung in nadelförmigen Krystallen nieder. 15) Er löst auch den Phosphor auf und zwar sein achtfaches Gewicht desselben. Hinzugesetzter Alkohol scheidet den Phosphor daraus wieder ab. Das Gewicht eines Atoms vom Schwefelalkohol setzt Berzelius auf 477,65.

§. 511.

Der Schwefelalkohol, in seinem völlig reinen Zustande, ist (nach Berzelius) aus 84,37 Schwefel und 15,63 Kohlenstoff in hundert Theilen zusammengesetzt. Wird er in Dunstform mit glühenden Metallen in Berührung ge-

bracht, so bilden sie geschwefelte Metalle und es scheidet sich Kohle aus. Kaliummetall, das erhitzt in die Dämpfe des Schwefelalkohols gebracht wird, entzündet sich; der Schwefel wird ausgeschieden und bleibt mit Kalium und Kohle verbunden zurück. Werden die Dünste des Schwefelalkohols über glühende Metalloxyde hingeleitet, so gehen die Metalle in einen reducirten mit Schwefel verbundenen Zustand zurück, wodurch schweflichtsaures Gas und kohlenstoffsaures Gas erzeugt werden, welche die Bestandtheile des Schwefelalkohols deutlich begründen. Auch von den reinen Alkalien wird der Schwefelalkohol eingesaugt, wenn er in Dunstform in ihrem erhitzten Zustande darüber hingeleitet wird; er wird, unter der Entwicklung einer Temperatur bis zum Glühen, davon eingesaugt. Werden die Verbindungen in Wasser gelöst, so bietet die Lösung ein Gemenge von hydrothionsauren und kohlenstoffsauren Alkalien dar.

Schwefel und Stickstoff.

§. 512.

Das Produkt einer reinen Mischung des Schwefels mit dem Stickstoff ist zur Zeit noch nicht bekannt. Zwar hat man geglaubt, daſs in den Aachner Schwefelquellen der Schwefel an Stickstoff gebunden sey, wie Gimbernat gefunden haben will, welches sich aber nicht zu bestätigen scheint. Wenn Stickstoffoxydgas und schweflichtsaures Gas, unter Mitwirkung von Wasser, in Wechselwirkung treten, so soll

eine Verbindung von Schwefelstickstoff in Form einer weifsen starren Substanz ausgesondert werden, welche man für Schwefelstickstoff erkannt hat. Der Gegenstand bedarf aber noch einer nähern Untersuchung. Die Verbindung des Schwefels mit Stickstoff und Kohlenstoff, d. i. der Schwefelblaustoff und die Anthrazothionsäure, wird unter den Säuren näher erörtert werden.

Schwefel und Chlorine.

(Schwefelchlorine.)

§. 513.

Mit der Chlorine kann sich der Schwefel unter zwei verschiedenen Verhältnissen verbinden, im Minimum und im Maximum. Diese Verbindung wurde zuerst durch Hagemann entdeckt, späterhin aber (im J. 1804) durch Thomson näher begründet; nur glaubte man, sie sey ein Schwefeloxyd. Um diese Substanz darzustellen, leitet man trocknes Chloringas in einer pneumatischen Vorrichtung durch Schwefelblumen so lange hindurch, bis eine gelbbraune Flüssigkeit gebildet worden ist, die durch die Digestion mit einem gröfsern Zusatz von Schwefel mit letzterm gesättiget werden kann; sie stellt den Chlorinschwefel im Minimum dar. Er ist, in hundert Gewichtstheilen, zusammengesetzt, nach Buchholz, aus 47,4 Schwefel und 52,6 Chlorine.

(Thomson über den Chlorschwefel. In Gehlens Journal der Chemie etc. 6. B. S. 331 etc. A. Berthollet ebendaselbst S. 353 etc. Buchholz ebendaselbst 9. B. S. 172 etc.)

Eigenschaften des Chlorinschwefels im Minimum.

§. 514.

Der Chlorinschwefel im Minimum zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Er ist tropfbar flüssig, gelblich-braun von Farbe. 2) Seine specifische Dichtigkeit verhält sich, zu der des Wassers, wie 1,700 : 1,000. 3) An der Luft stöſst er Dämpfe aus, die einen der Jodine ähnlichen Geruch besitzen. 3) Lackmuspapier wird nicht davon geröthet. 4) Mit hydrothionsaurem Gas gemengt, erleidet er (nach Berthollet) keine Zersetzung. 5) Der trocknen Luft ausgesetzt, verschwindet nach und nach die liquide Form und es werden Schwefelkrystalle gebildet. 6) Wird diese Substanz mit Wasser geschüttelt, so sinkt sie in Oel ähnlichen Tropfen darin zu Boden und wird dadurch in Hydrochlorinsäure (Salzsäure), in schweflichte Säure, in Schwefelsäure und in Schwefel zerlegt. 7) Mit dem Schwefelkohlenstoffe geht sie leicht in Verbindung.

Chlorinschwefel im Maximum.

§. 515.

Wenn der liquide Chlorinschwefel im Minimum gebildet ist, und man leitet eine gröſsere Menge trocknes Chloringas hindurch, um ihn vollkommen zu sättigen, so geht derselbe in den Zustand des Chlorinschwefels im Maximum über. Derselbe ist (nach Dalton und Davy) in hundert Theilen aus 31,3 Schwefel und 68,7 Chlorine zusammengesetzt. Er zeich-

net sich vom vorigen durch folgende Eigenschaften aus: 1) Seine Farbe ist dunkler und ins Braune sich hinneigend. 2) Seine specifische Dichtigkeit verhält sich zum Wasser, wie 1,628 : 1,000. 3) Er stöfst Dämpfe aus, die im Geruch denen des vorigen gleich kommen. 4) Er besitzt einen säuerlich brennenden bittern Geschmack. 5) Das blaue Lackmuspapier wird aber nicht davon geröthet. 6) Er ist so flüchtig, dafs er schon bei 74° Reaumur kocht und sich vollkommen überdestilliren läfst. 7) Mit Wasser geschüttelt, wird er unter denselben Erscheinungen zersetzt, wie der Chlorinschwefel im Minimum. 8) Salpetersäure zersetzt ihn, unter heftigem Aufbrausen, in Schwefelsäure und Hydrochlorinsäure.

Chlorinschwefel und Kohlenstoff.

§. 516.

Wenn man Schwefelalkohol im brennenden Zustande in Chloringas einsenkt, so erlischt er augenblicklich. Leitet man aber Chloringas durch den Schwefelalkohol hindurch, so saugt er Chlorin ein und es bildet sich eine Flüssigkeit von orangegelber Farbe, die einen starken eigenthümlichen Geruch exhalirt; sie stellt den Chlorinschwefelkohlenstoff dar.

§. 517.

Eine noch complicirtere, (von Berzelius und Marcet im Jahr 1813 zugleich entdeckte) Verbindung entsteht, wenn man ein Gemenge von rauchender Salpetersäure und Hydrochlorinsäure und Schwefelalkohol bei 16⅔° Reaum. eine längere Zeit aufbewahrt. Die Flüssigkeit

färbt sich orangegelb, riecht wie Chlorinschwefel, und nach drei Monaten hat die ganze Masse, unter Entwicklung von Stickstoffoxydgas, eine feste Form angenommen, und kann nun, durch Auswaschen mit Wasser, von der anklebenden Säure getrennt werden. Sie erscheint farbenlos, krystallisirt, ähnlich dem Kamphor, besitzt einen scharf säuerlichen Geschmack, schmilzt bei gelinder Wärme, und wird in hoher Temperatur vollkommen verflüchtiget. Sie ist in hundert Gewichtstheilen zusammengesetzt, aus 5,5 Kohlenstoff, 14,8 Schwefel, 64,9 Chlorine und 14,8 Sauerstoff. Man hat sie Sauerstoff-Chlorin-Schwefel-Kohlenstoff genannt. Wird jene Substanz mit kochendem Wasser in Berührung gebracht, so zersetzt sie sich in Kohlenstoffsäure, in Schwefelsäure und in Hydrochlorinsäure, welche Zersetzung noch schneller durch wässrige Kalilösung erfolgt. Mit Alkohol, Aether und ätherischen Oelen, geht sie ohne Zersetzung in Mischung.

(Berzelius in Schweiggers Journal für Chemie und Physik, 9. B. S. 298 etc. und in Gilberts Annal. d. Physik, 48. B. S. 161 etc.)

Schwefel und Jodine.

§. 518.

Wenn Schwefel und Jodine im zusammengeriebenen Zustande, selbst unter Wasser, erhitzt werden, so findet eine Mischung zwischen beiden Statt. Das Produkt der Mischung wird Jodineschwefel genannt. Es erscheint als eine graue, glänzend-strahlig krystallisirte Substanz, dem ro-

hen Schwefelantimon ähnlich, welcher schon bei 46° Reaum. schmelzbar ist. Bei höherer Temperatur wird sie aber gröſstentheils zersetzt und die Jodine daraus verflüchtiget. Im Wasser ist der Jodinschwefel nicht lösbar.

Schwefel und Borine.

§. 519.

Wenn die Borine in schmelzenden Schwefel gebracht wird, so löst sie sich darin auf und es geht eine olivenfarbene Verbindung daraus hervor, welche also eine Schwefelborine darstellt, die aber noch näher untersucht werden muſs. Wird dagegen die Borine in concentrirte heiſse Schwefelsäure getragen, so wird eine schwarze Flüssigkeit gebildet, aus welcher, durch zugesetztes Kali, ein Borinoxyd gefället wird.

Achte Abtheilung.

Von dem Phosphor.

§. 520.

Mit dem Namen Phosphor (*Phosphorus*) auch Harnphosphor, so wie Brandtscher Phosphor und Kunkelscher Phosphor, wird eine eigenthümliche säurefähige Substanz bezeichnet, welche ein verunglückter Kaufmann, Namens Brandt zu Hamburg, der sich mit alchemistischen Arbeiten beschäftigte, im Jahre 1669 zufällig entdeckte, indem er eingedickten menschlichen Urin, mit Kohle gemengt, einer Destillation unterwarf. Margraf zeigte zuerst, im

Jahr 1740, daſs der Bestandtheil im Urin, von dessen Daseyn die Bildung des Phosphors abhängt, ein eigenthümliches aus Phosphorsäure und Ammoniak gebildetes Salz sey und lehrte die Darstellung des Phosphors aus jenem Salze auf einem reinlichern Wege. Seitdem man aber späterhin das Daseyn der Phosphorsäure in den weiſsgebrannten Thierknochen erkannte und solche daraus abzuscheiden lernte, gebraucht man diese Säure, um den Phosphor daraus zu bereiten, indem man sie, in der Vermengung mit Kohlenpulver, trocken destillirt, woraus Phosphor und Kohlenstoffsauergas hervorgehen.

Beispiele.

a. Eine beliebige Quantität aus weiſsgebrannten Thierknochen bereitete Phosphorsäure, im liquiden Zustande, menge man mit dem dritten Theile ihres Gewichts ausgeglühetem Kienruſs, dampfe das Gemenge zur völligen Trockne ab, zerbreche es in kleine Stücke, und fülle solche in eine beschlagene eiserne Retorte.

b. An den Hals der Retorte kitte man eine gläserne Kugel mit zwei Oeffnungen; die weite Oeffnung nimmt den Hals der Retorte auf, aus deren zweiten engern erhebt sich ein Gasentbindungsrohr, dessen Oeffnung in Wasser getaucht ist. Die gläserne Kugel muſs so weit mit Wasser angefüllet werden, daſs der Retortenhals zum Theil im Wasser untertaucht.

c. Wenn alles luftdicht verkittet ist, placire man den Bauch der Retorte in einen Reverberirofen, unterstütze die Vorlage durch ein Piedestal und tauche die Oeffnung des Gasentbindungsrohrs in ein Gefäſs mit Wasser unter, so daſs aller Zutritt der Luft von auſsen her abgeschnitten wird.

d. Man gebe nun der Retorte ein nach und nach

versärktes Feuer, bis solche endlich zum wirklichen Glühen kommt. Anfangs wird die atmosphärische Luft aus den leeren Räumen der Gefäſse entwickelt werden; dann folgt kohlenstoffsaures Gas, endlich eine entzündbare Gasart, die mit blauer Flamme brennt; und nun erscheint der Phosphor, der in Tropfen überdestillirt, die wie geronnenes Wachs im Wasser zu Boden fallen. Wenn sich kein Phosphor mehr entwickelt, wird das Gasentbindungsrohr von dem darüber stehenden Wasser befreiet und man läſst alles erkalten.

e. Der im Wasser sich gesammelte Phosphor wird herausgenommen, in kleine Stücke zerschnitten und diese, mit Wasser bedeckt, in ein unten verschlossenes Barometerrohr gebracht, und das Rohr in ein Gefäſs mit kochendem Wasser eingetaucht, da denn der Phosphor zusammenschmelzt und die Stangenform annimmt, in der er in den Handel kommt.

Eigenschaften des Phosphors.

§. 521.

Wenn der Phosphor vollkommen rein und frei von fremdartigen Beimengungen ist, dann zeichnet er sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Er ist gelblichweiſs von Farbe, côncret, gegen das Licht gehalten durchscheinend, und glänzt wie Fett. 2) Er ist so weich, daſs er sich mit einem Messer leicht schneiden läſst. 3) Seine specifische Dichtigkeit, verhält sich zu der des Wassers, wie 1,700 : 1,000. 4) Mit Wasser bedeckt, der Einwirkung der Wärme ausgesetzt, schmilzt er bei 85 ° Reaumür, und erstarrt schon bei 32 ° R. zu einer gelblich durchscheinenden Substanz, die (nach Pelletier) beim langsamen Erkalten zuweilen in Octaedern, in Blättern

und

und in Nadeln krystallisirt. 5) Bei 200° Reaum. kommt er zum Sieden und läſst sich im luftdicht verschlossenen Raume überdestilliren. 6) Er verbreitet einen eigenen schweiſsähnlichen Geruch und stöſst an der Luft einen eben so riechenden Dampf aus, der im Dunkeln leuchtet. 7) In Berührung mit der atmosphärischen Luft entzündet er sich schon bei 22 bis 30° Reaumur von selbst und brennt mit einer schwer zu löschenden Flamme, aus welchem Grunde derselbe auch nur unter Wasser aufbewahrt werden kann. Sein Atom Gewicht setzt Berzelius zu 392,30.

Phosphor und Sauerstoff.

§. 522.

Der Phosphor kann sich unter vielfachen Verhältnissen mit dem Sauerstoffe verbinden; woraus ein Phosphorprotoxyd, ein Phosphordeutoxyd, eine phosphorige Säure, eine Hypophosphorsäure und die wirkliche Phosphorsäure, als Resultate hervorgehen. Wir gedenken indessen hier nur der beiden Oxyde des Phosphors, dagegen die Säuren desselben, bei der Abhandlung der Säuren überhaupt erörtert werden sollen.

a) Das Phosphorprotoxyd, auch Phosphoroxydül, oder erstes Phosphoroxyd genannt, bildet sich auf der Oberfläche des reinen Phosphors, wenn solcher in einem verschlossenen Glase unter Wasser aufbewahrt, der Einwirkung des Sonnenlichts ausgesetzt wird. Der Phosphor überzieht sich unter diesen Umständen nach und nach mit

einer weiſsen Rinde, welche Phosphorprotoxyd ist. Die Bildung desselben geschiehet dadurch, daſs der Phosphor dem Wasser nach und nach Sauerstoff entziehet und sich dadurch oxydirt; während der Wasserstoff mit einem andern Theil Phosphor verbunden, im Wasser gelöſst zurückbleibt. Man scheidet jenes Protoxyd des Phosphors, wenn man den weiſs gewordenen Phosphor unter Wasser zum Schmelzen bringt, da sich dann das Protoxyd in Gestalt eines weiſsen Pulvers absondert.

b) Das Phosphordeutoxyd, auch schlechtweg Phosphoroxyd, oder zweites Phosphoroxyd genannt, entsteht, wenn man Phosphor unter einer mit Quecksilber oder Wasser gesperreten Glocke, in einem solchen Volum atmosphärischer Luft verbrennt, daſs nicht Sauerstoffgas genug vorhanden ist, um allen Phosphor in Säure umzuwandeln: da denn, wenn die gebildete Säure mit Wasser ausgewaschen wird, eine braunrothe zerreibliche Substanz zurückbleibt, welche das Phosphordeutoxyd darstellt. Dieses kann nur bei einer hohen Temperatur entzündet werden, brennt dann mit gelber Flamme, erlöscht aber sogleich, wenn solches aus dem Feuer genommen wird. Die Salpetersäure löset jenes Oxyd in der Wärme, unter Entwicklung von Stickstoffoxydgas auf, und ändert solches in Phosphorsäure um. Die Proportionsverhältnisse zwischen dem Phosphor und dem

Sauerstoff sind in beiden Oxyden noch nicht genau ausgemittelt.

Phosphor und Wasserstoff.

(Phosphorwasserstoff. Phosphorwasserstoffgas.)

§. 523.

Der Phosphor kann sich mit dem Wasserstoff verbinden, aber wie es scheint, nicht auf direktem Wege, sondern er muſs, eben so wie der Schwefel, dem Wasser durch ein Zwischenmittel gebunden, dargeboten werden. Eine solche Verbindung des Phosphors mit dem Wasserstoffe, wurde zuerst durch Gengembre (im Jahre 1783) entdeckt, später aber durch Kirwan näher untersucht. Man erhält die Verbindung: 1) wenn 1 Theil Phosphor mit 2 Theilen Kali- oder Natronätzlauge, in einer pneumatisch-chemischen Geräthschaft, zum Sieden erhitzt wird; 2) wenn 1 Theil Phosphor mit 2 Theilen gebranntem Kalk und 12 Theilen Wasser gemengt, in einer pneumatischen Geräthschaft erhitzt wird; 3) wenn man ein Gemenge von 1 Theil Phosphor, 2 Theilen granulirtem Zink, 6 Theilen Schwefelsäure und 10 Theilen Wasser in Wechselwirkung setzt; 4) wenn Phosphorzinn in Hydrochlorinsäure aufgelöst wird; der Phosphorwasserstoff entwickelt sich in allen diesen Fällen im gasförmigen Zustande, als Phosphorwasserstoffgas, welches über Wasser, besser aber über Quecksilber, aufgefangen werden kann.

Beispiele.

a. In einer kleinen gläsernen Retorte, mit etwas lan-

gem Halse, übergieſse man 10 Gran in kleine Stückchen zerschnittenen Phosphor, mit 4 Loth Kaliätzlauge. Man placire die Kugel der Retorte in dem Sandbade eines Lampenofens, die Oeffnung des Retortenhalses hingegen unter dem Trichter des pneumatischen Quecksilberapparats.

b. So vorgerichtet erhitzt man nun das Sandbad; wenn die Flüssigkeit zum Sieden kömmt, so wird sich Schaum bilden, der überschieſst, und den man, da er sich auf der Oberfläche des Quecksilbers zur Flüssigkeit verdichtet, mit einem Schwamm hinwegnehmen muſs. Späterhin wird das Phosphorwasserstoffgas nachfolgen, dessen Blasen, so wie sie das Quecksilber durchdringen und mit der atmosphärischen Luft in Berührung treten, sich von selbst entzünden und mit weiſsem Lichte abbrennen, welches einen kreisrunden Rauch zurückläſst.

c. Jetzt stürze man über die Oeffnung des Gasentbindungsrohrs, mit Quecksilber, oder auch mit warmen Wasser gefüllten Gefäſse, worin das Gas emporsteigt und die Flüssigkeit daraus verdrängt, auf welche Weise man in kurzer Zeit eine bedeutende Menge Phosphorwasserstoffgas gewinnt.

(Gengembre, in Crells chem. Annalen, 1789. 1. B. S. 514 etc. R. Kirwan, ebendaselbst, 1787. 1. B. S. 131 etc. Raymond, *de laction de chaux* etc. In den *Annales de Chimie, Tom. X. pag.* 19 etc. A. W. v. Hauch, in Grens neuem Journal der Physik, etc. 1. B. 1795. S. 20 etc.)

§. 524.

Bei jener Darstellung des Phosphorwasserstoffgases, wirkt das Aetzkali erst auf den Phosphor, mit welchem solches wahrscheinlich Phosphorkalium erzeugt. Dieses entziehet nun dem einen Theile des Wassers seinen Sauerstoff, um wieder in Kaliumoxyd zurückzugehen.

Der dadurch frei gewordene Wasserstoff verbindet sich dagegen nun mit dem Phosphor und erzeugt Phosphorwasserstoffgas, das dann durch die Hitze gasförmig entwickelt wird, und aufgefangen werden kann. In der übriggebliebenen Flüssigkeit findet man keinen Phosphor mehr gegenwärtig; doch ist solche noch nicht gehörig untersucht worden.

Eigenschaften des Phosphorwasserstoffgases.

§. 525.

Das reine, über Quecksilber aufgefangene, Phosphorwasserstoffgas zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Es ist farbenlos und durchsichtig. 2) Es besitzt einen eigenen Geruch, ähnlich dem der faulenden Fische. 3) Seine specifische Dichtigkeit verhält sich zu der der atmosphärischen Luft, wie 0,9022 : 1,000; es ist also leichter als jene. 4) Mit atmosphärischer Luft, oder auch mit Sauerstoffgas in Berührung gebracht, entzündet es sich, selbst in niederer Temperatur, mit Explosion und brennt mit weisser Flamme. 5) Reines, destillirtes, durch Auskochen von aller darin enthaltenen Luft befreietes Wasser nimmt nach Gengembre $\frac{1}{4}$, nach Thomson aber nur $\frac{1}{50}$ von jenem Gas in sich. Die damit gebildete Lösung besitzt eine hellgelbe Farbe, einen bittern Geschmack und eigenen Geruch, leuchtet nicht im Dunkeln, und kann ohne Veränderung lange aufbewahrt werden; im Kochen wird aber das Gas wieder daraus entbunden.

6) Weder das Phosphorwasserstoffgas, noch seine Verbindung mit dem Wasser, röthet das Lackmuspapier; sie besitzen also keine saure Eigenschaften. 7) Werden die Auflösungen des Silbers, des Quecksilbers und des Kupfers in Säuren, so wie die Lösungen anderer Metallsalze mit dem Phosphorwasserstoffgas, oder mit dessen Verbindung mit Wasser in Berührung gebracht, so werden sie zerlegt, und Phosphormetalle ausgeschieden. 8) Für sich kann es weder die Respiration, noch die Verbrennung unterhalten. 9) Seine Verbindung mit dem Wasser macht (nach Vauquelin) eine der heftigsten Stimulanzien aus.

(Vauquelin, in den *Annales de Chimie etc.*, *T. XVII. p.* 87., und in Crells chem. Annalen etc. 1799. 1. B. S. 271 etc.)

Beispiele.

a. Die von selbst erfolgende Entzündung jenes Gases, bei der Berührung mit atmosphärischer Luft, ergiebt sich, wenn man ein mit diesem Gas gefülletes Glas öffnet; es brennt langsam an und es scheidet sich rothes Phosphoroxyd aus.

b. Man schüttle das Gas mit reinem Wasser, es wird davon eingesaugt werden und die Flüssigkeit wird die beschriebenen Eigenschaften besitzen.

§. 526.

Jenes Gas ist also ein Produkt der Mischung aus Phosphor und Wasserstoff, im gasförmigen Zustande. Man kann selbiges (nach Grotthus) auch in der tropfbaren Form darstellen, wenn man Phosphor mit einer Lösung von Kali und Alkohol kocht. Der Phosphor nimmt dabei eine flüssige Form an und behält

sie auch in der Kälte; wird er aber mit luftleerem Wasser gekocht, so entweicht Phosphorwasserstoffgas, ohne daſs Phosphorsäure in der Flüssigkeit gelöst bleibt; dagegen der übrige Phosphor nach dem Erkalten erstarrt. Das Proportionsverhältniſs des Phosphors zum Wasserstoffe in dem Gase, ist zur Zeit noch nicht mit Bestimmtheit ausgemittelt. Es scheint aber, daſs ein zwiefaches Verhältniſs dieser Verbindung möglich ist, im Maximum und im Minimum; wovon das letztere, besonders wenn es aus Phosphor und Kaliätzlauge bereitet worden ist, das Phosphorwasserstoffgas im Maximum darstellt. Nach Gay-Lussac soll das Phosphorwasserstoffgas im Maximum, wenn ihm der Phosphor durch ein geschmolzenes Metall entzogen wird, um 1,5 mal in seinem Volum erweitert werden. Nach Thomson soll selbiges aber, unter jener Bedingung, sein voriges Volum unverändert behalten; woraus er schlieſst, daſs jenes Gas aus 1 Theil Wasserstoff und 12 Theilen Phosphor bestehe. Durch Elektricität soll es den Phosphor fallen lassen und das Wasserstoffgas allein zurückbleiben. Auch Houtton und Labillardière stimmen darin überein, daſs das Phosphorwasserstoffgas im Maximum, nach Ausscheiden des Phosphors, sein Volum unverändert behalte.

(Grotthus, in Gehlens neuem Journal der Chemie etc. 9. B. S. 228 etc.)

§. 527.

Wenn das Phosphorwasserstoffgas im Maximum, in einem verschlossenen Gefäſse, der Einwirkung des Sonnenlichts ausgesetzt wird,

so scheidet sich Phosphor in röthlichen Flocken ab, und dasselbe wird in Phosphorwasserstoffgas im Minimum umgewandelt; dasselbe erfolgt auch, wenn man anhaltend elektrische Funken durch das erstere Gas hindurchleitet; eben so, wenn es mit Quecksilber geschüttelt wird, auch wenn Kalium oder Zink in jenem Gase erhitzt werden, in allen diesen Fällen gehet solches in Phosphorwasserstoffgas im Minimum über. Dieses Gas soll nach Davy aus 83,3 Phosphor und 16,7 Wasserstoff zusammengesetzt seyn. Sein spec. Gewicht verhält sich zur atmosphärischen Luft, wie 0,889 : 1,000; es riecht weniger unangenehm, als das Gas im Maximum; es entzündet sich nicht mehr von selbst, sondern erst bei einer Temperatur von $119\frac{1}{5}$° Reaumur; und verpuffet heftig, wenn es mit atmosphärischer Luft in Berührung tritt; durch Kaliummetall wird es in reines Wasserstoffgas von doppeltem Volum umgewandelt.

(A. Vogel, über die Wirkung des Sonnenlichts auf den Phosphor. In Schweiggers Journal für Chemie und Physik etc. 7. Band, Seite 95 etc., und in Gilberts Annalen der Physik etc., 48. B. S. 375 etc. H. Davy, in Gilberts Annalen etc., 35 B. S. 288 etc.; 36 B. S. 184, und 46 B. S. 273 etc. Gay-Lussac und Thenard, in Schweiggers Journal der Chemie und Physik etc., 1 B. S. 488 etc.)

Phosphor und Kohlenstoff.

§. 528.

Wenn man den unreinen Phosphor, welcher bei der Bereitung desselben in der Vorlage

erstarret, in fettgahrem Ziegenleder eingeschlossen, unter heifsem Wasser zum Schmelzen bringt und ihn darin auspresset, so bleibt eine Materie zurück, die aus Phosphor und Kohlenstoff zusammengesetzt ist, von welcher man, durch die Destillation in gelinder Wärme, den überschüssigen Phosphor trennen kann, da denn eine gesättigte Verbindung aus Phosphor und Kohlenstoff übrig bleibt, diese ist Phosphorkohlenstoff. Der Phosphorkohlenstoff zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Seine Farbe ist dunkelgelb; 2) An der Luft erleidet er, bei gewöhnlicher Temperatur, keine Veränderung, leuchtet auch nicht im Dunkeln; 3) Wird er in verschlossenen Gefäfsen der Glühhitze unterworfen, so entweicht der Phosphor und die Kohle bleibt zurück; 4) In Berührung mit der Luft, ist er nur bei hoher Temperatur entzündbar und läfst denn nach dem Verbrennen eine mit Phosphorsäure verbundene Kohle zurück.

(Berzelius Lehrbuch der Chemie etc., 1. Band, Seite 301 etc.)

Phosphor-Kohlenstoffoxydgas.

§. 529.

Es ist schon (§. 520. *d.*) bemerkt worden, dafs bei der Bereitung des Phosphors, neben dem kohlenstoffsauren Gas, ein entzündliches gasförmiges Fluidum entwickelt wird; welches durch das Schütteln mit Kalkwasser von dem damit gemengten kohlenstoffsauren Gas befreiet werden kann. Jenes Gas ist eine gas-

förmige Verbindung von Phosphor und Kohlenstoffoxyd, und wird daher Phosphorkohlenstoffoxydgas genannt. Dieses Gas zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Es ist durchsichtig und farbenlos; 2) Dasselbe besitzt einen eignen unangenehmen Geruch; 3) Es kann weder die Respiration noch die Verbrennung unterhalten; 4) Unter Mitwirkung der atmosphärischen Luft brennt es mit einer grünlich blauen Flamme; 5) Gold, Silber und Platin werden dadurch aus ihren Auflösungen metallisch gefället; 6) Wird jenes Gas mit Schwefelsäure, mit Salpetersäure oder mit Chlorinwasser geschüttelt, so scheidet sich Phosphor ab. Jenes Gas wird auch für eine gasförmige Verbindung von Phosphor, Kohlenstoff und Wasserstoff gehalten.

Phosphorstickstoff.

§. 530.

Ob eine chemische Verbindung des Phosphors mit dem Stickstoff möglich ist, hat man noch nicht genau ausgemittelt. Nach Thenard sollen 6 Litres (etwa der Umfang von 12 Pfund Wasser) Stickstoffgas 0,05 Grammen (etwa 75 Gran) Phosphor in sich nehmen. Das Stickstoffgas soll dadurch um $\frac{1}{40}$ im Umfange zunehmen und, in Berührung mit Sauerstoffgas, schon in sehr niedriger Temperatur leuchten; welches zugleich einen Beweiſs giebt, aus welchem Grunde der Phosphor, in der atmosphärischen Luft, bei niederer Temperatur leuchtet, als im Sauerstoffgas. Ob aber in diesem Gas

der Phosphor mit dem Stickstoffe im Zustande der chemischen Mischung oder bloſs der physischen Cohäsion sich befindet? ist noch nicht erwiesen.

Phosphor und Chlorine.

(Chlorinphosphor.)

§. 531.

Der Phosphor kann sich mit der Chlorine unter zwei Verhältnissen verbinden, woraus zwei verschiedene Produkte hervorgehen, von welchen das Eine Chlorinphosphor im Minimum; das Zweite Chlorinphosphor im Maximum genannt wird. Beide sind zuerst durch Gay-Lussac entdeckt, durch H. Davy aber genauer entwickelt worden. Man gewinnt beide Produkte mit einander gemengt, wenn der Phosphor einer freiwilligen Entzündung im Chloringas unterworfen wird (§. 473. 8.); was sich dabei absondert, ist das gebildete Produkt.

Chlorinphosphor im Minimum.

§. 532.

Man gewinnt den Chlorinphosphor im Minimum rein, wenn man ätzenden Quecksilbersublimat (Chlorinquecksilber im Maximum) in ein porzellanenes Rohr einschlieſst, solches erhitzt und die Dämpfe vom erhitzten Phosphor darüber hinstreichen läſst. Nach Humphry Davy soll dieses Produkt, in hundert Theilen, aus 77 Chlorine und 23 Phosphor zusammengesetzt seyn. Der Chlorinphosphor im Minimum zeichnet sich durch folgende Eigenschaf-

ten aus: 1) Er ist destillirbar, tropfbarflüssig und wasserklar; 2) Er ist idioelektrisch; 3) Seine specifische Dichtigkeit verhält sich zum Wasser, wie 1,450 : 1,000; 4) Er stöſst an der Luft weiſse Dämpfe aus, die einen der Hydrochlorinsäure ähnlichen Geruch besitzen; 5) Lackmuspapier wird nicht davon geröthet; 6) Die Dämpfe entzünden sich an der Flamme eines Lichts; 7) Mit Wasser gemengt, erhitzt er sich und wird in Hydrochlorinsäure und phosphorige Säure zersetzt; 8) Wird er mit glühendem gefeilten Eisen in Berührung gebracht, so wird Chlorineisen und Phosphorsäure gebildet.

Chlorinphosphor im Maximum.

§. 533.

Wenn der Chlorinphosphor im Minimum mit Chloringas zusammengebracht wird; oder wenn der Phosphor in einer gröſsern Menge Chloringas verbrannt wird, so wird Chlorinphosphor im Maximum erzeugt. Nach H. Davy soll derselbe in hundert Theilen aus 87 Chlorine und 13 Phosphor zusammengesetzt seyn. Der Chlorinphosphor im Maximum zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Er erscheint in Form eines weiſsen Pulvers; 2) Er stöſst weiſse Dämpfe aus, wenn er bis zu 70° Reaumur erhitzt wird; 3) Er ist idioelektrisch; 4) Er ist schmelzbar und krystallisirt wieder in durchsichtigen Säulen; 5) Lackmuspapier wird davon geröthet; 6) Er entzündet sich an der Flamme eines Lichtes; 7) Wenn der

Dampf desselben, mit Sauerstoffgas gemengt, durch ein glühendes Rohr von Porzellan geleitet wird, so wird Chloringas und Phosphorsäure gebildet; 8) In Wasser getragen, erhitzt er sich sehr heftig und es wird Hydrochlorinsäure und Phosphorsäure gebildet; 9) Mit Metalloxyden zusammengebracht, werden diese in Chlorinmetalle und phosphorsaure Metalle umgewandelt.

Phosphor und Jodine.

§. 534.

Phosphor und Jodine verbinden sich ziemlich leicht, schon bei mittler Temperatur, unter Entwicklung von Licht und Wärme. Die daraus hervorgehenden Produkte sind verschieden, je nachdem die Proportionalverhältnisse zwischen der Jodine und dem Phosphor von einander abweichen.

a) Mit $\frac{1}{24}$ Phosphor verbunden, liefert die Jodine eine schwarze Substanz, die bei 37° Reaumur schmilzt und vom Wasser zu einer braunen Flüssigkeit gelöst wird.

b) Mit $\frac{1}{16}$ Phosphor verbunden, giebt die Jodine eine schwarzgraue krystallisirbare Substanz, die schon bei 24° Reaumur schmilzt, und im Wasser gelöst, eine Verbindung von Hydrochlorinsäure und phosphoriger Säure darstellt.

c) Mit $\frac{1}{8}$ Phosphor verbunden, bildet die Jodine eine starre orangengelbe Substanz, die bei 80° Reaumur schmilzt und bei höherer Temperatur sich verflüchtiget. Mit

Wasser versetzt, wird Phosphorwasserstoffgas daraus entwickelt, es scheidet sich Phosphor in Flocken ab, und das Wasser enthält ein Gemenge von Hydrochlorinsäure und phosphoriger Säure.

Anmerkung. Die Verbindung des Phosphors mit der Borine, und mit der Fluorine oder Phtorine, sind zur Zeit noch nicht bekannt; verdienen also noch untersucht zu werden.

Phosphor und Schwefel.

§. 535.

Der Phosphor geht mit dem Schwefel unter allen Verhältnissen in Mischung, und allemal wird dabei Wärme entwickelt. Die daraus gebildeten Mischungen sind leichter entzündlich, als der Phosphor für sich, deshalb müssen sie unter warmen Wasser veranstaltet werden. Den darüber bekannten Erfahrungen gemäfs, weifs man, dafs: 1) eine Verbindung aus gleichen Theilen Phosphor und Schwefel, schon bei + 4° Reaum. schmelzbar ist; 2) die Verbindung von 2 Theilen Phosphor und 1 Theil Schwefel schmilzt bei + 8° Reaum.; 3) die Verbindung von 1 Theil Phosphor und 18 Theilen Schwefel schmilzt bei + 12° Reaum.; 4) die Verbindung von 1 Theil Phosphor und 9 Theilen Schwefel schmilzt bei + 16° Reaum. Wenn eine oder die andere jener Phosphor-Schwefelverbindungen mit Wasser übergossen wird, so entwickelt sich nach und nach, besonders bei der Einwirkung des Lichtes, Schwefelwasserstoffgas und der Phosphor wird in phosphorige Säure umgewandelt. Diese Wirkung dauert so lange fort, bis

aller Schwefel oder aller Phosphor gänzlich verzehrt ist. Wird der Phosphorschwefel mit Wasser gekocht, so erfolgt dasselbe.

Phosphor-Schwefelwasserstoffgas.

§. 536.

Wenn man (nach Brugnatelli) ein Gemenge von 620 Theilen frisch gelöschtem Kalk, 40 Theilen Phosphor, 120 Theilen trocknem Schwefelkalium, in einer pneumatisch-chemischen Vorrichtung, mit 240 Theilen Wasser übergieſst, und das Gemenge dann zum Sieden erhitzt, so bildet sich anfangs ein dicker Dampf von Phosphor, welcher durch die im luftleeren Raume der Gefäse enthaltene atmosphärische Luft verbrennt. Hierauf entwickelt sich ein gasförmiges Fluidum von durchsichtiger Beschaffenheit. Man muſs solches über Kalkwasser auffangen und es damit schütteln, um die etwa damit gemengte phosphorige Säure und das Schwefelwasserstoffgas daraus zu entfernen. Was dann übrig bleibt, ist das oben genannte Phosphor-Schwefel-Wasserstoffgas.

Eigenschaften jenes Gases.

§. 537.

Jenes Gas zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Es ist für sich nicht entzündbar. 2) Mit atmosphärischer Luft oder mit Sauerstoffgas gemengt, entzündet dasselbe sich bei der Annäherung eines Lichts und verbrennt mit heftiger Explosion. 3) Wird eine Flasche mit

enger Oeffnung mit jenem Gas gefüllet und solches angezündet, so brennt es mit einer schwachen phosphorischen Flamme ab, wobei ein weifser Dampf in den innern Raum der Flasche hinströmt, der ein Gemenge von Phosphorsäure, von Schwefelsäure und Wasserdunst ist. 4) Mit Wasser ist jenes Gas nicht mengbar. 5) Metallauflösungen werden dadurch zerlegt und die Metalle daraus gefället.

Phosphor-Kerzen. Phosphor-Feuerzeuge.

§. 538.

Die leichte Entzündlichkeit des Phosphors, wenn solcher mit Berührung der Luft gerieben wird, so wie, wenn er mit Schwefel verbunden ist, hat man benutzt, um einen technischen Gebrauch davon zu machen, nämlich zur Verfertigung der Phosphorkerzen und Phosphorfeuerzeuge.

a) Um die Phosphorkerzen (auch Turiner Kerzen genannt) zu verfertigen, wird folgendermafsen operirt: In eine an dem einen Ende zugeschmolzene Glasröhre, 3 Zoll lang und eine halbe Linie weit, von dünnem Glase, bringt man ein kleines Stückchen Phosphor. Hierauf schiebt man ein sehr dünnes Wachslicht in das Rohr, das eben hinein passet, dessen Docht man vorher mit etwas Nelkenöl oder Wachsöl befeuchtet und in ein Gemenge von gleichen Theilen zerriebenen Schwefel und Kamphor eingetaucht hat. Man bläst nun das offne Ende der Röhre an einer Glaslampe zu, und erwärmt den Theil,

wo

wo der Phosphor liegt, gelinde, um ihn mit dem Schwefel zusammen zu schmelzen; worauf man, etwa $\frac{2}{3}$ von dem Phosphor entfernt, am Rohre mit einer Feile einen Strich macht. Bricht man das Rohr an dieser Stelle entzwei und bewegt das Licht auf und nieder, so entzündet es sich nun beim Herausziehen.

b) Zur Bereitung der Phosphorfeuerzeuge wählt man eine kleine trockne Glasflasche mit enger Oeffnung. Diese füllet man mit recht trocknem Phosphor, zündet ihn mit einem heiſsen Drahte an und läſst ihn so lange brennen, bis er selbst erlischt, worauf die Flasche verstopft wird. Die Flasche enthält in diesem Zustande ein Gemenge von unverändertem Phosphor, von Phosphoroxyd und von Phosphorsäure. Stöſst man nun in diese Masse ein Schwefelhölzchen etwas stark ein, so entzündet es sich beim Herausziehen. Damit diese Phosphorfeuerzeuge sich lange halten, müssen sie stets fest verschlossen seyn.

Die Irrlichter.

§. 539.

Irrlichter, oder auch Irrwische genannt, bestehen in kleinen Flammen, welche, besonders in sumpfigen Gegenden, an dunkeln Abenden und in der Nacht, nahe über der Oberfläche des Sumpfs sich bilden, hüpfend sich leicht fortbewegen, wenn sie vom Luftzuge getroffen werden, und bald nach ihrer Entstehung wieder erlöschen. Seit der Entdeckung des Phosphorwasserstoffgases hat man die Vermuthung aufgestellt, daſs

jene Flammen durch Phosphorwasserstoffgas gebildet würden, welches im Grunde der Sümpfe aus den dort verfaulenden Fröschen, Insekten und andern Animalien und Vegetabilien erzeugt werde. Flaudel und Chladny haben dergleichen Irrlichter untersucht und behaupten, bloſs eine dem Froschlaich ähnliche geschmacklose Materie darin erkannt zu haben, die nur leuchtet, ohne zu brennen. Ich habe das Phänomen der Irrlichter in sumpfigen Gegenden nicht bloſs im Sommer, sondern selbst im Winter, bei eingetretenem Thauwetter, wahrgenommen, solche auch durch das Umrühren des Sumpfes, in mit Wasser gefülleten Flaschen aufgefangen, und mich überzeugt, daſs wirklich Phosphorwasserstoffgas darin vorhanden ist, das darin aber mit Kohlenwasserstoffgas innigst gemengt zu seyn scheint; vielleicht, daſs auch Phosphorkohlenstoffoxydgas damit verbunden ist. Eine gelegentlich zu wiederholende Untersuchung wird solches mehr berichtigen.

Neunte Abtheilung.

Von dem Selen.

§. 540.

Mit dem Namen Selen *(Selenium)* wird eine durch Berzelius entdeckte eigenthümliche säurefähige Subtanz bezeichnet, deren Name von dem griechischen Worte Σηλήνη (Mond) abgeleitet ist. Er fand sie in einem rothen Schlamm, der sich in den Bleikasten der Schwefelsäure-Fabrik zu Gripsholm in Schweden ansammelt, in welcher der aus den Fahluner Schwefelkiesen gewonnene Schwefel auf Säure benutzt wird. Fast

zu gleicher Zeit entdeckte derselbe das Selen auch in einem bis dahin für Tellurerz gehaltenen Fossil, aus einem öde liegenden Kupferbergwerk bei Strickerum, im Kirchspiel Tryserum in Småland, mit Silber und Kupfer verbunden, für welches Erz er den Namen Eukarit vorschlägt, von dem griechischen Worte Εὐκαίρος (was zur rechten Zeit kommt) abgeleitet, weil die Entdeckung jenes Selensilbers mit der des Selens zusammenfiel. Es ist keinem Zweifel unterworfen, daſs das Selen, neben dem Schwefel, einen Bestandtheil in den Fahluner Schwefelkiesen ausmacht; meine eigenen Beobachtungen, so wie die einiger andern Chemiker, haben dessen Daseyn auch in deutschen Kupferkiesen wahrgenommen.

(J. Berzelius Untersuchung einiger neuen in den unreinen Arten des zu Fahlun bereiteten Schwefels gefundenen Mineralkörper. In Schweiggers neuem Journal für Chemie und Physik etc. 23. B. 1817. S. 309 u. 430 etc. Hermbstädt in Schweiggers Jahrbuch der Chemie, 1. Bd. S. 103 etc.)

§. 541.

Um das Selen, welches im gedachten Schlamme mit mancherlei Materien, mit Schwefel und andern Metallen verbunden ist, rein darzustellen, wird derselbe mit einem Gemenge von concentrirter Salpetersäure und Hydrochlorinsäure angerührt, bis er die Gestalt eines Breies annimmt, und damit digerirt. Es bildet sich eine gelbe Auflösung, während der Schwefel schmutziggrün zurückbleibt. Die Masse wird nun mit Wasser verdünnt, filtrirt, und durch das filtrirte Fluidum ein Strom von Schwefelwasserstoff-

gas hindurchgeleitet, wobei ein gelber Niederschlag gefället wird, der aus Selen, aus Schwefel und aus Zinn zusammengesetzt ist. Er wird mit Königswasser aufgelöst. Die davon getrennete Flüssigkeit giebt, stark mit Wasser verdünnt, einen Niederschlag, der aus Oxyselensäure, aus Zinnoxyd und aus Quecksilberoxyd zusammengesetzt ist. Der trocknen Destillation unterworfen, sublimirt sich ein Theil der Oxyselensäure, und in der Retorte bleibt selensaures Zinn zurück. Die filtrirte Flüssigkeit enthält selensaures Zinn und selensaures Quecksilber. Sie wird durch hydrochlorinsauren Baryt gefället, das Filtrirte wird abgedunstet, hierauf aus einer Retorte destillirt, zuletzt aber bei starkem Feuer sublimirt. Der gebildete Sublimat besteht aus weifsen glänzenden vierseitigen Nadeln und schmeckt sauer. Er besteht aus Selensäure mit selensaurem Quecksilber verbunden. Durch Aetzkali aus seiner mit Wasser gemachten Lösung gefället, giebt er einen gelben Niederschlag, der, wenn er nach dem Auslaugen und Trocknen destillirt wird, Wasser und regulinisches Quecksilber in der Vorlage darbietet. Wenn die vom Niederschlag getrennete Flüssigkeit abgedunstet und dann sublimirt wird, so gewinnt man in der Vorlage noch etwas Quecksilber. Wird aber die in der Retorte rückständige Salzmasse zerrieben, mit ihrem gleichen Gewicht Salmiak gemengt und das Gemenge abermals der Sublimation unterworfen, so erhält man Stickstoffgas, Ammoniak und Wasser, dagegen nun das Selen in der Retorte mit Chlorinkalium verbunden zurückbleibt, von welchem solches

durch die Extraktion mit Wasser getrennt werden kann.

Eigenschaften des Selens.

§ 542.

Das reine Selen zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus: 1) Es ist starr, bleigrau von Farbe, metallisch-glänzend und im Bruche schalig glasartig. 2) In dünnen Lagen ist es durchscheinend, dunkel-rubinroth von Farbe. 3) Seine specifische Dichtigkeit verhält sich zu der des Wassers, wie 4,320:1,000. 4) Es erweicht sich bei 80° Reaum. und kommt bei einigen Graden darüber in Fluſs. 5) Während dem Erkalten bleibt es lange weich und läſst sich in Faden ziehen. 6) In einer Retorte erhitzt, kommt es zum Sieden, und wird in Dünsten von dunkelgelber Farbe verflüchtiget, die sich im Halse zu schwarzen Tropfen verdichten, welche zusammenflieſsen. 7) Wird das Selen, unter Mitwirkung der atmosphärischen Luft, erhitzt, so verdichten sich die Dämpfe desselben zu einer lockern zinnoberrothen Substanz, ohne daſs ein merklicher Geruch wahrgenommen wird. 8) Es ist idioelektrisch. 9) Es ist ein sehr schlechter Leiter für die Wärme. Sein Atomgewicht setzt Berzelius auf 495,91 fest.

Selen und Sauerstoff.

§. 543.

Selen und Sauerstoff können sich zwar verbinden, aber das Streben darnach ist nicht sehr groſs. Es ist sublimirbar, wenn es unter Mitwirkung der atmosphärischen Luft erhitzt wird, ohne sich zu oxydiren. Wird es dagegen zum Glühen gebracht, so brennt es mit einer azurblauen Flam-

me und verbreitet einen Geruch, der das Mittel zwischen Rettig und Kohlrüben hält. Jener flüchtige Dampf ist ein Protoxyd des Selens. Ein gleiches Protoxyd wird gebildet, wenn das Selen in einem gläsernen Gefäſse, das mit atmosphärischer Luft gefüllet ist, erhitzt wird, bis es darin zum Brennen kommt. Die im Glase befindliche Luft nimmt einen Rettiggeruch an, den sie auch dem damit geschüttelten Wasser mittheilt. Das damit gemengte Wasser enthält nun etwas Selensäure, es röthet daher das Lackmuspapier und wird durch Schwefelwasserstoffgas gelb gefället. Wird es hingegen in Sauerstoffgas verbrannt oder ein Strom von Sauerstoffgas im glühenden Zustande darüber hingeleitet, so entzündet es sich, sobald es bis zum Sieden erhitzt ist, verbrennt dann mit einer nur wenig leuchtenden Flamme, ohne Rückstand, und wird als Selensäure sublimirt, von der späterhin, bei den Säuren, geredet werden wird.

Selen und Wasserstoff.

§. 544.

Um die Verbindung von Selen und Wasserstoff (Selenwasserstoff) zu erhalten, muſs man das Selen mit Kaliummetall zusammenschmelzen, und die Verbindung mit durch Wasser verdünnter Hydrochlorinsäure, in der Wärme auflösen, wobei das Selenwasserstoffgas entwickelt wird. Das Selenwasserstoffgas wird vom heiſsen Wasser gelöst. Hundert Gewichtstheile des Selenwasserstoffgas sind aus 97,4 Selen und 2,6 Wasserstoff zusammengesetzt. Das mit dem Selenwasserstoff gesättigte Was-

ser riecht dem Schwefelwasserstoffe ähnlich, röthet das Lackmuspapier, färbt die Haut rothbraun und fället die Lösungen der Metallsalze; eingehaucht reizt das Selenwasserstoffgas die Lunge sehr empfindlich.

Anmerkung. Es ist zur Zeit noch nicht bekannt, ob eine Verbindung des Selens mit dem Kohlenstoff möglich ist oder nicht; doch scheint sie nicht unwahrscheinlich zu seyn. Sein Verhalten zum Stickstoff ist zur Zeit durchaus noch unbekannt.

Selen und Chlorine.

§. 545.

Man gewinnt diese Verbindung, wenn Chloringas über Selen hingeleitet wird. Es erfolgt Wärmeentwickelung und es wird ein braunes Fluidum erzeugt. Fährt man fort, mehr Chloringas darüber hinzuleiten, so verwandelt es sich in eine feste weiſse Substanz, die aus Selensäure und Hydrochlorinsäure gemengt ist; sie schrumpft, wenn sie erhitzt wird, zusammen, ohne zu schmelzen, dehnt sich hierauf zu einer gelblichen, der gasförmigen Hydroselensäure ähnlichen Substanz aus, die sich beim Abkühlen zu kleinen Krystallen verdichtet. Unsere Kenntniſs über die Möglichkeit eines Chlorin-Selens ist also noch sehr zweifelhaft.

Anmerkung. Ob eine Verbindung des Selens mit der Jodine, der Borine und der Fluorine möglich ist, ist zur Zeit noch nicht bekannt.

Selen und Schwefel.

§. 546.

Die Verbindung des Selens mit dem Schwefel erfolgt sehr leicht; auch kommt diese Verbindung in den meisten Schwefelkiesen na-

türlich gebildet vor. Werden 100 Theile Schwefel und 1 Theil Selen zusammengeschmolzen, so findet eine vollkommene Vereinigung zu einer schmutzig-grüngelben Substanz Statt. Diese Verbindung ist leichter schmelzbar, mehr roth und durchsichtig als reiner Schwefel; es ist wahrscheinlich, daſs die röthliche Farbe, die man zuweilen an manchem aus Kien gezogenen Schwefel findet, mehr dem darin gegenwärtigen Selen als dem Arsenik zuerkannt werden muſs. Um gesättigt zu werden, nehmen 100 Theile Selen 80,75 Schwefel auf. Das daraus gebildete Schwefelselen entzündet sich leicht, wenn es mit Berührung der Luft erhitzt wird, riecht anfangs nach schwefliger Säure, verbreitet aber späterhin einen scharfen Rettiggeruch. In verschlossenen Gefäſsen im Feuer behandelt, wird Selen sublimirt und eine nach Rettig riechende schweflige Säure entwickelt.

Selen und Phosphor.

§. 547.

Die Verbindung des Selens mit dem Phosphor erfolgt leicht. Wird das Selen in schmelzenden Phosphor eingetragen, so löst es sich darin auf und die Auflösung senkt sich in Form rother Streifen nieder. Die gesättigte Verbindung des Selens mit dem Phosphor ist leicht flüssig und erstarret in der Kälte zu einer dunkeln Substanz, die glänzend und im Bruche glasig ist. Wird diese Verbindung mit Wasser gekocht, so wird Selenwasserstoffgas entwickelt, das einen dem Schwefelwasserstoff ähnlichen Geruch besitzt und an der Luft Selen absetzt.

Inhalt der ersten Abtheilung.

Einleitung. Chemie oder Mischungskunde, Wesen und Zweck derselben § 1. Deren Unterschied von der Naturbeschreibung, der Naturlehre und der Naturgeschichte § 2; ist eine Erfahrungswissenschaft § 3. Beobachtungen und Erfahrungen § 4. Natürliche und künstliche Körper § 5. Theile der Körper. Gleichartige und ungleichartige § 6. Gemengtheile § 9. Mischungtheile § 10. Nahe und entfernte Bestandtheile § 11. Mengung und Mischung § 12. Chemische Kraft § 13. Produkte und Edukte § 14. Zusammensetzung, Zusammenfügung, Mengung und Mischung, deren Unterschied § 16. Analytische und synthetische Chemie § 17. Reine und angewandte Chemie § 18. Chemische Wissenschaft und chemische Kunst. Militärchemie § 19.

Erster Abschnitt.

Physiche Operationen § 21. Mechanische Operat. § 22. Chem. Operat. § 23. Chemische Versuche und chem. Prozesse § 24. Physische, mechanische und chem. Instrumente § 25.

I. Abtheilung. Absolutes und specifisch. Gewicht § 27. Volumbestimmung § 30. Bestimm. des absolut. Gew. für ein gegeb. Volum § 32, das Aräometer § 33. Nicholsons Hydrometer § 34. Tralles hydrost. Wage §. 37. Fahrenh. allgem. Aräometer § 38. Das Wägeglas § 39. Bestimm. des spec. Gew. der im Wasser lösbaren Materien § 40. Lösung § 41. Totale und partielle Lösung § 46. Schmelzung § 49. Schmelzbare und unschmelzbare Körper § 51. Schmelzöfen § 53. Schmelztiegel, Kegeltuten, Kelchtuten § 57. Schmelzfluss, Zuschläge § 58. Rührhaken, Tiegelzangen, Hebezangen, Ingufs, Giefspuckel, Probeblech, § 59. Blaserohr § 60. Newmannsches Glasgebläse § 63. Die Verflüchtigung § 64. Die Destillation § 69. Die Sublimation § 75. Die Krystallisation § 79.

II. Abtheilung. Mechan. Oper. Das Zerstofsen § 96; das Zerreiben § 99; das Zerfeilen u. Raspeln § 101; das Körnen § 102; das Schlämmen § 103; das Filtriren § 104; das Auspressen § 107; das Mengen § 109.

III. Abtheil. Chemisch. Operat. Das Auflösen § 112;

die Fällung § 118; die Oxydation § 123; die Reduktion § 129; die Kalzination § 132; die Gasentbindung § 134.

Zweiter Abschnitt.

Materie, Eigenschaft § 145. Hauptformen der Körper § 146; Hauptqualitäten der chem. Elemente § 148; Anzahl der chem. Elem. § 149. Chemisch. Affinität § 151. Mischende Affinität § 155; entmisch. Affin. § 156. Mischungsverhältniſs der Atome § 159; Stöchyometrie § 164. Stöchyometrische Antheile § 166; Chem. Equivalente § 167. Uebersicht der chem Equiv. § 169.

Dritter Abschnitt.

Strahlende Elemente § 172. Eigenschaften dieser Elemente.

I. Abtheil. Das Licht § 173: Urquelle desselben § 174; Geschwindigkeit des Lichts § 175. Divergirung des Lichts § 177; Brennspiegel § 178; Lichtleiter § 180; Brechung des Lichts § 181; Polarisirung des Lichts § 183. Brenngläser § 188; die Loupe und das Mikroskop § 189; Zertheilung des Lichts § 190; Farben des Lichts § 192; chem. Wirkung des farbigen Lichts 198; Leitung des Lichts § 199; Lichtmesser § 200; Lichtstoff § 203.

II. Abtheil. Der Wärmestoff § 206. Wirkung der Wärme auf andere Körper § 207; Thermometer § 208; Thermometerskalen § 211; Reduktion derselben 214; Chem. Thermometer § 216; Differenzial-Therm. § 217; Vertheilung der Wärme § 219; Wärmeleiter § 221; Kapacität der Körper für die Wärme § 224; cohärirende Wärme § 227: Kälte § 229; kaltmachende Mischungen § 230; Kälte durch Verdunstung § 232; Verdunstung im luftleeren Raume § 234: Wollaston's Chryophorus § 235; Erzeugung der Dämpfe § 237: Heitzung durch Dämpfe § 245; chem. Bindung der Wärme § 247; strahlende Wärme § 250; Reflexion der Wärme § 252; Ausdehnung der Körper durch Wärme § 253; das Pyrometer § 256.

III. Abtheil. Die Elektricität § 260; Erregung derselben § 261; idioelektrische Körper § 263; positive u. negative Elektricität § 265; Plus u. Minus Elekt. § 267; Erzeug. der Elektric. durch Reiben § 269; Elektrisirmaschinen § 270; Elektrometer § 277; elektr. Condensator § 279; elektr. Wirkungskreis § 283; Verstärkungsflasche § 284; Menge u. Stärke der Elektr. § 288; elektr. Batterie § 289; Elektrophor § 291; Erregung der Elektr. durch Veränd. der Temperat. § 295; Galvanismus § 298; Volta'sche Säule § 302 a; der Trogapparat § 302 b; der Becherapparat § 302 c; Erreg. der Elektr. in den Wol-

ken § 308; das Gewitter § 310; Blitzableiter § 311; Erregbarkeit der Elektr. durch organ. chem. Thätigkeit § 315.

IV. Abtheil. Der Magnetismus § 319; magnetische Pole § 320; Armatur des Magnets § 321; künstliche Magnete § 327; magnetischer Aequator § 328; Erdmagnetismus § 330; der Compaſs § 331; Aehnlichkeit des Magnetismus mit der Elektricität § 332; Beweise dafür § 334.

Vierter Abschnitt. Die säurezeugenden Elemente.

I. Abtheil. Der Sauerstoff § 336; das Sauerstoffgas § 337: Darstellung desselben § 340; physische Eigenschaften des Sauerstoffgases § 342; chem. Eigensch. desselb. § 343; das Feuer § 345; Theorie des Feuers § 346; Bedingungen zur Verbrennung § 348; Davy's Glühlampe § 349; Entzünd. durch Compress. § 350; Selbstentzünd. § 351; Wirkung des Sauerstoffgases auf die Respiration § 353.

II. Abtheil. Der Wasserstoff § 356; das Wasserstoffgas § 357; Darstell. dess. durch die Volt. Säule § 359; durch Zerlegung des Wassers mittelst Eisen § 360; durch Auflös. der Metalle in Säuren § 361; physische Eigenschaften des Wasserstoffgases § 362; dessen Benutzung zur Aeronautik § 363; chem. Eigensch. des Wasserstoffgases § 368; Davy's Sicherheitslampe § 370; Knallgas § 372; das Wasser § 374; Zerlegung des Wassers § 376; der Wasserstoff wirkt säurezeugend § 377; Zusammensetzung des Wassers § 378; Wasserstoffoxyd § 381; oxydirtes Wasser § 382; Eigenschaften des reinen Wassers § 385; Eis 386; Elasticität des Wassers § 388; Ausdehnsamkeit des Wassers in der Wärme § 389; Verdunstbarkeit des Wassers in der Luft § 390; das Hygrometer, das Saussürsche § 393 a; das De Lücsche ibid. b; das Danielsche ibid. c; die Wolken § 396; der Regen § 397; Staubregen, Platzregen und Gewitterregen § 398; der Schnee § 399; der Hagel § 400; der Nebel 401; der Thau 402; Regen- und Schneewasser § 403; Gem. Wasser 404; das Quellwasser § 405; das Fluſswass. § 407; das Meerwass. § 409; destill. Wass. § 410.

Fünfter Abschnitt. Die säurefähigen Elemente § 412.

I. Abtheil. Der Kohlenstoff § 413; Vorkommen desselben § 414; Holzkohle § 415; Bestandtheile ders. § 416; Benutzung ders. zum Schieſspulver § 417; thierische Kohle § 419; Eigenschaften der Kohle § 420; Reiner Kohlenstoff § 422; Kohlenstoffoxydgas 424; dessen Eigenschaften § 425; Bildung desselben § 426; kohlenstoffsaures Gas § 427; dess. Darstell. § 428;

dess. Eigensch. § 430; dess. Verbind. mit Wasser § 433; Kohlenwasserstoffgas § 434; Protokohlenwasserstoffgas § 435; Sumpfluft § 436; Eigenschaft. des Protokohlenwasserstoffgases § 437; Perkohlenwasserstoffgas § 438; Eigensch. dess. § 439; Oelbildendes Gas § 440; die Gaserleuchtung § 441.

II. Abtheil. Der Stickstoff § 442; Stickstoffgas § 443; dess. Eigensch. 446; Stickstoffprotoxyd § 448; dess. Eigensch. § 449; Stickstoffdeutoxydgas § 450; dess. Eigensch. § 452; atmosphär. Luft § 453; Höhe des Dunstkreises § 454; das Barometer 455; Beobacht. mit selbigem § 456; Druck der Atmosphäre § 458; Expansibilität der Luft § 460; Abwägung der Luft § 461; chem. Beschaff. der Atmosph. § 462; das Eudiometer § 464; Prüfung mittelst des Eudiometers § 465.

III. Abtheil. Die Chlorine § 467; Natur der Chlorine § 468; Darstellung der Chlorine § 470; Chlorinhydrat § 472; Chloringas § 473; Chlorinhaltiges Wasser § 474; Chlorinoxyd § 475; Chlorinoxydgas § 476; dess. Eigensch. § 477; Phosgengas § 478; dess. Eigensch. § 479; Chlorinstickstoff § 480; dessen Eigenschaften § 481.

IV. Abtheil. Die Jodine § 482; Darstell. derselb. § 483; Vorkommen derselb. § 484; Eigensch. derselben § 485; deren Verhalten zum Sauerstoff und zum Wasserstoff § 486.

V. Abtheil. Die Borine § 487; Darstell. der Borine § 489; Eigensch. ders. § 490; Borinoxyd § 491; Borinwasserstoff § 492.

VI. Abtheil. Die Fluorine oder Phtorine § 493; deren Vorkommen ibid.; deren Dartellung ibid.

VII. Abtheil. Der Schwefel § 494; Vorkomm. des Schwefels ibid.; Gewinnung desselben § 495; Eigensch. dess. § 497; Verhalten in der Wärme § 498; Schwefelblumen § 499; Schwefel u. Sauerstoff 500; Schwefelwasserstoff 501; dess. Darstell. ibid. a; dess, Eigensch. § 502; tropfbarer Schwefelwasserstoff § 504; Schwefelmilch § 505; Schwefelkohlenstoff § 506; Schwefelalkohol § 508; dess. Eigensch. § 510; Schwefelstickstoff § 512; Schwefelchlorine § 513; Chlorinschwefel - Kohlenstoff § 516; Jodinschwefel § 518; Schwefelborine § 519.

VIII. Abtheil. Der Phosphor § 520; dess. Darstellung ibid. a; dess. Eigensch. § 521; Phosphoroxyde § 522; Phosphorwasserstoffgas § 524; dessen Eigensch. § 525; dessen Bestandtheile § 526; dess. Zersetzung § 527; Phosphorkohlenstoff § 528; Phosphor-Kohlenstoffoxydgas § 529; Phosphorstickstoff § 530; Chlorinphosphor § 531; Phosphor-Jodine § 534; Phosphorschwefel § 535; Phosphor-Schwefelwasserstoffgas § 536; dessen Eigenschaften § 537; Phosphor-Feuerzeuge § 538; die Irrlichter 539.

IX. Abtheil. Das Selen § 540; Verbindung. dess. ibid.; dess. Darstell. § 541; dess. Eigensch. § 542; Selenoxyde § 543; Selenwasserstoff § 544; Selenchlorine § 545; Selenschwefel § 546; Selenphosphor § 547.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Hermbstaedt, Sigismund Friedrich,

Elemente der theoretischen und practischen Chemie für Militärpersonen; besonders für Ingenieur- und Artillerie-Officiere zum Gebrauche bei Vorlesungen und zur Selbstbelehrung
Bd.: 1

Berlin 1823

Chem. 139 b-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10072854-2